Populäre Elektronik

G 4460 EX

Oktober/November 1978

10/11
78

DM 3,–
ös 25,–/sfr 3,50/lfr 52,–

AKKU-LADER mit Abschalt-Automatik

ELEKTRONIK für's Auto

SCHEIBENWISCHER INTERVALL-SCHALTER mit Automatik-Zusatz

Populäre Elektronik



3. Jahrgang Nr. 10/11, Okt./Nov. 1978 — POPULÄRE ELEKTRONIK erscheint monatlich

Populäre Elektronik erscheint im
M + P Zeitschriften Verlag
Winterhuder Weg 29 - 2 Hamburg 76
Telefon 040/220 15 66-69

Verantwortlicher Redakteur
M.H. Kalsbach

Redaktion
J. Kattekamp, W. Leiner, J. Palmen,
J. Pas, J. Verstraten

Verlagsleitung
C. Grötzschel

Anzeigenverwaltung
M + P Zeitschriften Verlag
Winterhuder Weg 29 - 2 Hamburg 76
Telefon 040/220 15 66-69
Telex MEPS 21 38 63
Zur Zeit ist Anzeigenpreisliste
Nr. 4 gültig

Druck
Locher KG, 5000 Köln 30

Vertrieb
IPV Inland Presse-Vertrieb GmbH
Wendenstraße 27-29 - 2 Hamburg 1
Telefon: 040/24861 - Telex:2162401

Abonnement
Inland 12 Ausgaben DM 29,80 inkl.
Bezugsgebühren, Ausland DM 34,80

Konten:
Vereins- und Westbank AG Hamburg
Nr. 43/09167; Postscheckkonto Hamburg 33 22 87 - 208

Auslandsvertretungen
Österreich: Messner Ges.mbH, Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Telefon
0222/92 54 88, 95 12 65
Schweiz: SMS - Elektronik, Köllikerstr. 121, CH-5014 Gretzenbach,
Telefon 064/ 41 41 55

In dieser Ausgabe:



Aus PE-Heft 1 (Sept.76)

FBI-Sirene sämtl. Bauteile lt. PE-Stückliste einschl. 1W-Lautsprecher sowie Befestigungsmaterial jedoch ohne Gehäuse . . . . **DM 12.50**
orig. PE-Platine . . . DM 4.35

Elektro-Toto-Würfel sämtliche Bauelemente, einschl. IC-Fassungen . . . . **DM 15.30**
orig. PE-Platine . . . DM 6.60
Gehäuse TEKO P/2 . **DM 4.50**
passende Frontplatte, gebohrt und bedruckt . . . . **DM 12.90**

TRANSITEST
kompl. Bauteilesatz. **DM11.80**
orig. PE-Platine . . . DM 6.30
Gehäuse TEKO P/2 . **DM 4.50**
passende Frontplatte, gebohrt und bedruckt . . . . **DM 13,50**

Aus PE-Heft 2 (Nov.76)

Carbophon sämtl. Bauteile einschl. Lautsprecher und Schieberegler ohne Geh. . **DM 23,50**
orig. PE-Platine . . . DM 6,30
passendes Pultgehäuse **DM 5,40**

Spannungsquelle auch neben der SSQ ist dieses Gerät unentbehrlich . . . . **DM 36,80**
orig. PE-Platine . . . **DM 11,60**
Gehäuse TEKO P/3 . **DM 6,30**
bedr.+gebohrte Frontpl.
DM 17,50

PE-TESTY KOMPLETT Bauteile+Gehäuse
TEKO P/2 . . . . . . **DM 7,60**
bedr. +gebohrte Frontplatte . . . . . **DM 13,40**

Aus PE-Heft 3 (Jan.77)

DIE Totale Uhr alle Teile für 12 oder 24-Std.-Version. . . . . **DM 84,90**
orig.PE-Platinen . . . DM 19,60
Gehäuse TEKO Typ 333
gebohrte + bedruckte Front- und Rückwand solange Vorrat
. . . . **DM 24,50**
Komplettpreis für diese vier Positionen zus. . . **DM 136,00**
Die Kassette im Auto kompl. mit Gehäuse und Platine . . . . **DM 9,95**

Aus PE-Heft4 (März77)

Code-Schloß mit 3x3 farbigen Tastern und allen Teilen. . . . . **DM 21,60**
orig. PE-Platine . . . DM 7,15

Platine für Mikro
Hauptprint. . . . . . **DM 8,50**
Trimmer-Print. . . . **DM 4,95**

Aus PE-Heft 5 (Mai 77)

MINI-MIX kompett mit Skalenknöpfen u. Bauteile entspr. unseren hohen Qualitätsanforderungen . . . . **DM 36,80**
orig PE-Platine . . . DM 12,90
Gehäuse TEKO
Typ 334 . . . . DM 14,10

Puffi KOMPLETT:Bauteile, Platinen u. Gehäuse TEKO P/1 . . . . **DM 12,95**

Aus PE-Heft 6 (Juli 77)

TV-Tonkoppler . . . DM 20,80
orig. PE-Platine . . . DM 12,55
Gehäuse TEKO
Typ 333 . . . . **DM 11,30**

Signal-Tracer kompletter Bauteilesatz einschl. Poti-Knöpfe und selbstverständl. IC-Fassungen . . . . **DM 24,90**
orig. PE-Platine . . . DM 13,85
Gehäuse TEKO P/4 . **DM 11,20**
Frontpl. gebohrt und bedruckt . . . . **DM 22,50**
Komplettpreis sämtl. Teile wie oben aufgelistet . . . **DM 83,00**

Aus PE-Heft 8 (Nov. 77)

Mini-Uhr m. Maxi-Display
Bauteile kompl. **nur DM 38,50**
orig. PE-Platinen . . DM 10,95
passend. Pultgehäuse . **DM 3,40**
mit diesen drei Positionen können Sie die Uhr absolut betriebsfertig aufbauen, da selbst Netzkabel und rote Plexiabdeckung in den Bauteilen enthalten sind.

Aus PE-Heft 1/78

PE-Lichtdimmer mit Steuerleistung bis 1200 W;und der Pfiff:Einstellbereich ist lastabhängig einstellbar . . **DM 21,70**
orig. PE-Platine . . . DM 6,80
Gehäuse TEKO B3 . **DM 3,95**
Komplettbausatz besteht aus diesen drei Positionen — alle Teile lt. PE-Stückliste mit schw. Zeigerknopf . **DM 29,80**

Prestige-Box wie in PE 1/78 beschrieben orange/schw. . . . . **DM 4,90**

Aus PE-Heft 2/78

Goliath-Display ausgewählten, gleichmäßig leuchtenden Fassungen für die ICs
rote LEDs . . . nur DM 15,95
orig. PE-Platinen . . DM 10,10
Komplettbausatz
(rot) . . . . **DM 21,95**
Bestückung gelbe oder grüne LEDs . . . . . **DM 18,90**
Komplettbausatz
(gelb o. grün) . . . . **DM 26,50**

Einzelhefte

können nachgeliefert werden, wenn Sie eine bestimmte Schaltung aus früheren P.E.-Heften suchen:

z.B.		
z.B.	FBI-Sirene	Heft 1
	Elektro-Toto-Würfel	Heft 1
	Minimix	Heft 5
	Signal-Tracer	Heft 6
	TTL-Trainer	Heft 7
	Superspannungsquelle	Heft 8

Bitte benutzen Sie zur Bestellung die Rubrik „Einzelhefte" auf der eingehefteten Bestellkarte.



Für Ihre Abonnementbestellung benutzen Sie bitte die eingeheftete Bestellkarte!

BEVOR
Sie umziehen, geben Sie uns bitte rechtzeitig Ihre neue Anschrift bekannt. Geben Sie uns dabei bitte unbedingt die Abonnementnummer oder Ihre alte Anschrift an.
DERPE–Verlag–GmbH, 5063 Overath

In eigener Sache

Zwei stark verspätete P.E. - Hefte, eine Doppelnummer mit normalem Umfang – da kann doch etwas nicht stimmen? Die Ursache ist ein Verlagswechsel, der notwendig geworden war und der, wie Sie dem Impressum entnehmen können, inzwischen stattgefunden hat.
Für Sie, der Sie Populäre Elektronik wegen der spezifischen Art der Darstellung elektronischer Zusammenhänge schätzen, ist wichtig, daß die inhaltliche Kontinuität gewahrt bleibt: Die „alte" Redaktion wird auch für den neuen Verlag arbeiten.
Auf einem anderen Gebiet hat die Kontinuität leider gelitten; die üblichen Erscheinungstermine konnten nicht eingehalten werden, es ist praktisch eine Ausgabe ausgefallen. Aus vertrieblichen Gründen – um wieder in den gewohnten Rhythmus zu kommen – muß die vorliegende Ausgabe als Doppelheft herauskommen; zum Einzelheftpreis versteht sich, denn das Heft hat normalen Umfang. Unsere Abonnenten sollen natürlich keinen Schaden dadurch haben, daß statt bezahlter zwölf in diesem Jahr nur elf Ausgaben geliefert werden. Wir haben daher alle Abonnements um einen Monat verlängert; d.h. die Januarausgabe erhalten alle Abonnenten gratis.
Populäre Elektronik soll zukünftig noch professioneller gemacht werden, um noch besser Ihren Wünschen zu entsprechen. Dazu gehören ein größeres Format, ein besseres Layout und eine verbesserte Bildqualität.
Redaktion und Verlag hoffen, daß Sie uns auch weiterhin die Treue halten und Populäre Elektronik für Sie so nützlich und interessant bleibt wie bisher.

Scheibenwischer-Intervallschalter / MIT AUTOMATIK-ZUSATZ

Daß ein Scheibenwischer-Intervallschalter keine Spielerei, sondern ein nützliches Zubehör ist, braucht man einem Autofahrer nicht zu erzählen. Es gibt Acessoires, die überflüssiger sind; so auch den in diesem Beitrag enthaltenen Automatikzusatz, der bei einsetzendem Regen oder bei Nebel den Scheibenwischer (-Intervallschalter) automatisch startet.

Der Intervallschalter muß, wenn er richtig konzipiert ist, folgende Eigenschaften haben:

- den Scheibenwischer sofort nach dem Einschalten mit einem Wischerschlag starten
- außer der Intervallpause muß auch die Anzahl der Wischerschläge einstellbar sein, die in der Aktivphase ausgeführt werden
- das Gerät muß unabhängig von der elektrischen Ausführung der vorhandenen Scheibenwischerschaltung problemlos eingebaut werden können
- sollte es einen Ausfall der Elektronik des Intervallschalters geben, muß die ursprüngliche Schaltung noch voll funktionsfähig sein.

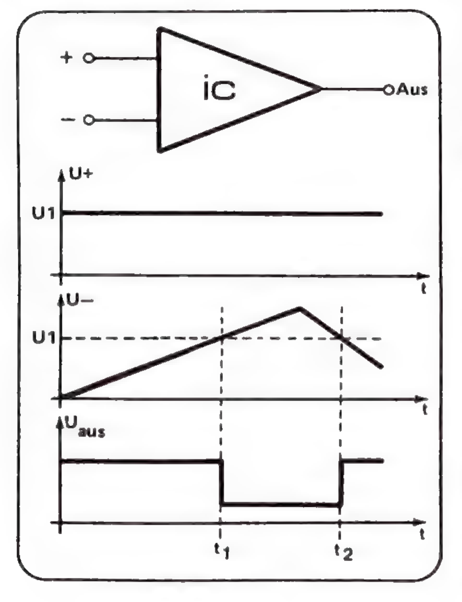
Das auf den nächsten Seiten beschriebene Gerät erfüllt alle genannten Forderungen, trotzdem ist es dank der Verwendung eines ICs elektronisch nicht aufwendig. Außerdem nimmt der Print alle Bauelemente auf, so daß der Nachbau nicht schwierig ist.

DAS PRINZIP

Jeder Scheibenwischer-Intervallschalter besteht im Prinzip aus einem Impulsgenerator mit anschließender Steuerstufe, dieses Konzept ist in der Blockschaltung Bild 1 zu sehen. Wenn man den Verlauf der Ausgangsspannung des Generators über einer Zeitachse aufträgt, ergibt sich die in Bild 1 dargestellte Grafik: eine Rechteckspannung.

Beim Einschalten der Speisespannung des Gerätes erscheint am Generatorausgang sofort eine positive Spannung. Diese liegt am Eingang der Steuerstufe, die praktisch unmittelbar den Wischermotor einschaltet. Die Impulsdauer der Generatorspannung läßt sich zwischen 1 und 5 Sekunden einstellen. In dieser Zeit arbeitet der Scheibenwischer. Er stoppt, wenn die Generatorausgangsspannung wieder nach Null zurückgeht. Die Wischer sind so geschaltet, daß sie in eine definierte Stellung zurückkehren. Die Intervallpause ist beim P.E.-Intervallschalter zwischen 1 und 25 Sekunden einstellbar. In dieser Zeit passiert nichts, dann kommt automatisch der nächste Impuls aus dem Generator, wenn man die Speisespannung nicht bereits wieder abgeschaltet hat.

Bild 2. Zum Prinzip-Verhalten eines OpAmps.



ÜBER KOMPARATOREN

Impulsgeneratoren, insbesondere auch solche, die eine Rechteckspannung erzeugen, können auf vielfältige Weise aufgebaut werden: mit Transistoren, mit speziellen ICs oder z.B. mit einem Operationsverstärker. Hier wird die zuletzt genannte Methode benutzt.

Der OpAmp ist als Komparator (Vergleicher) geschaltet, Bild 2 dient zur Erläuterung des Prinzips. Der OpAmp IC1 ist eine integrierte Schaltung, die auf kleinstem Raum zahlreiche Transistoren, Dioden und Widerstände enthält. Die Bauelemente bilden einen Verstärker mit vielen sehr guten Eigenschaften; die Entwicklungsarbeit für die integrierte Schaltung hat der Hersteller längst geleistet; den Anwender interessiert eigentlich nur, was er mit dem IC-Verstärker tun kann und wie er ihn anschließen muß.

Vorab sei bemerkt, daß bei dem IC-Symbol in Bild 2 die Anschlüsse für die Speisespannung (Plus und Masse) der Einfachheit halber weggelassen wurden, selbstverständlich müssen die Transistorstufen des Verstärkers gespeist werden. Einer der beiden Eingänge ist der positive oder nichtinvertierende Eingang, der andere der negative oder invertierende. Die Ausgangsspannung ist positiv, wenn die Spannung am positiven Eingang

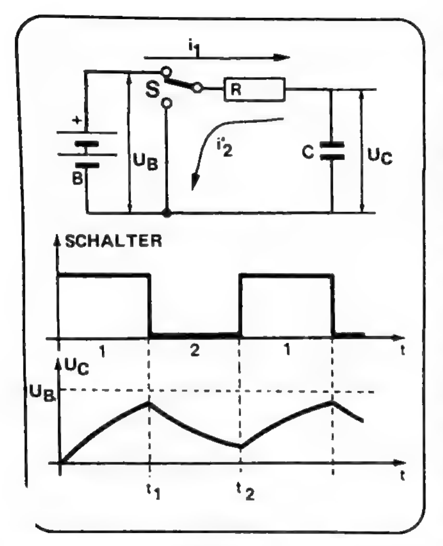


Bild 3. Der Kondensator als „Depot für elektrische Energie"; beim Entladen fließt Strom.

des OpAmps höher ist als am negativen; andernfalls ist die Ausgangsspannung Null (Masse).

Bild 2 zeigt ein Beispiel. Der positive Eingang liegt auf einer Festspannung U1. Am negativen Eingang läßt man eine veränderliche Spannung, von Null Volt an beginnend, langsam ansteigen. Solange die Spannung U1 höher ist als die Spannung U–, hat der Ausgang des OpAmps positive Spannung. Es kommt der Moment (t1), daß beide Spannungen denselben Wert haben: Der Ausgang schaltet auf Null Volt. Es passiert beim weiteren Ansteigen der Spannung U– nichts mehr, deshalb sei angenommen, daß die Spannung wieder abnimmt. Zum Zeitpunkt t2 erreicht sie wieder den Wert U1, der OpAmp-Ausgang geht wieder „hoch". Daß der Nullpegel der Ausgangsspannung in der unteren Grafik von Bild 2 nicht bei Null Volt liegt, sondern leicht positiv ist, hat seine Richtigkeit, denn das IC ist hier nicht ideal, aber ein Nachteil ergibt sich aus dieser Eigenschaft nicht.

Es ist nun deutlich, warum der Operationsverstärker in dieser Anwendung „Komparator" heißt. Die Schaltung vergleicht eine in ihrem Betrag unbekannte Spannung U– mit einer bekannten Spannung U1 und stellt fest, welche von beiden höher ist: Der Ausgang zeigt es an.

DER IMPULSGENERATOR

Bei der Impulserzeugung spielen Kondensatoren eine wichtige Rolle, deshalb wird zunächst die Funktion des Kondensators in dieser Schaltung anhand einer Prinzipschaltung besprochen. In Bild 3 kann die Reihenschaltung aus Kondensator C und Widerstand R mittels eines Umschalters S wechselweise an eine Batterie gelegt bzw. kurzgeschlossen werden. Verbindet man die Reihenschaltung mit der Batterie (eingezeichnete Schalterstellung), so fließt ein Strom i1, der den Kondensator langsam auflädt. Die Spannung UC über den Anschlüssen des Kondensators steigt langsam an (siehe Grafik in Bild 3), zunächst etwas schneller, aber erst nach theoretisch unendlich langer Zeit wird der Betrag UB der Batteriespannung erreicht. Betätigt man zu einem bestimmten Zeitpunkt den Schalter, dann wird der Kondensator über den Widerstand kurzgeschlossen. Der Kondensator entlädt sich, denn es fließt der Entladestrom i2 (übrigens in umgekehrter Richtung, wie die Strompfeile zeigen). Die Kondensatorspannung fällt, bis man den Schalter erneut betätigt.

Vergleicht man die Darstellungen in Bild 2 und Bild 3 miteinander, so zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung zwischen der Spannung UC in Bild 3 und der Spannung U– am invertierenden Eingang des OpAmps, die zur Funktionserläuterung des Komparators herangezogen wurde. Diese Übereinstimmung ist natürlich nicht zufällig.

Jetzt läßt sich die Funktion des Impulsgenerators (Bild 4) vollständig darstellen. Der po-

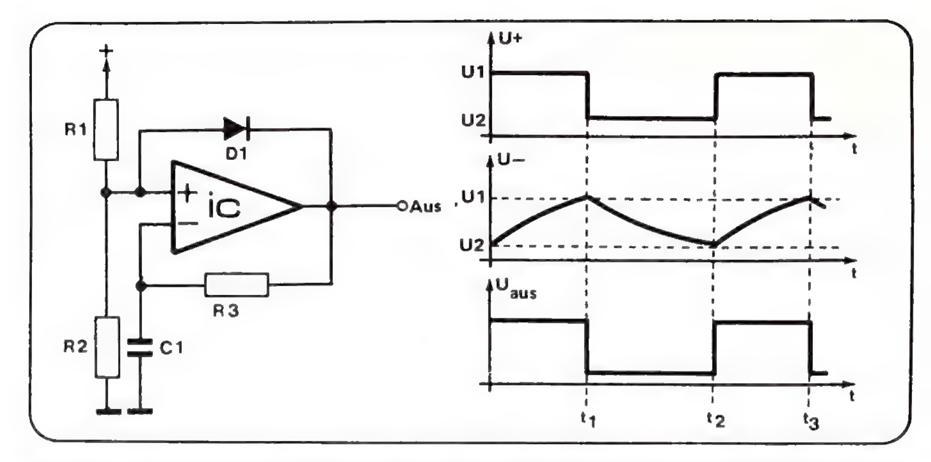


Bild 4. Der Impulsgenerator in seiner einfachsten Form mit zugehörigem Impulsdiagramm.

sitive Eingang des OpAmps liegt über einen Spannungsteiler R1/R2 auf einer konstanten Spannung U1. Der negative Eingang ist mit einem Kondensator verbunden, der über R3 in Erfahrung bringt, was sich am Ausgang des OpAmps tut.

Bevor man die Speisespannung einschaltet, ist der Kondensator entladen, die Spannung auch an seinem linken Anschluß und somit am negativen OpAmp-Eingang ist ebenfalls Null. Beim Einschalten der Speisespannung liegt der positive Eingang unmittelbar auf einem bestimmten Potential, er ist also positiver als der andere Eingang, somit ist die Ausgangsspannung „hoch". Der Kondensator kann sich jetzt aufladen, denn der OpAmp-Ausgang mit seiner positiven Spannung wird wie eine Batterie. (vergl. Bild 3). Zum Zeitpunkt t1 erreicht die Spannung am Kondensator den Betrag U1, der Komparator schaltet um, sein Ausgang wird Null. Jetzt tritt die Diode D1 in Aktion, ihre Kathode ist soeben negativer als die Anode geworden, sie kann jetzt leiten und legt die Spannung am positiven Eingang auf das Potential der Ausgangsspannung; dieses beträgt nicht genau Null, sondern ca. 0,5 Volt, außerdem ist die Schwellenspannnung der Diode selbst in Höhe von ca. 0,7 Volt zu berücksichtigen, so daß die Spannung am positiven Eingang etwa 1,2 Volt beträgt, aber auf jeden Fall sehr viel niedriger ist als vorher. Der Spannungsteiler R1/R2 ist außer Funktion, am positiven Eingang steht eine neue Referenzspannung (Vergleichs- oder Bezugsspannung) U2 in Bild 4. Dieser Zustand wird in kürzester Zeit nach dem Umschalten des ICs erreicht, so daß am negativen Eingang noch die hohe Spannung U1 steht: Die Ausgangsspannung des Komparators bleibt Null.

Vergleicht man diese Situation mit der Darstellung in Bild 3, so entspricht sie dem Fall des über R kurzgeschlossenen Kondensators. Er kann sich über R3 und den Ausgang des ICs (Null) entladen.

Zum Zeitpunkt t2 ist es dann so weit. Die Spannung am negativen Eingang ist so niedrig (U2) geworden, daß der Komparator wieder umschaltet. Sein Ausgang wird positiv, die Diode D1 sperrt und am positiven Eingang steht wieder die ursprüngliche Refe-

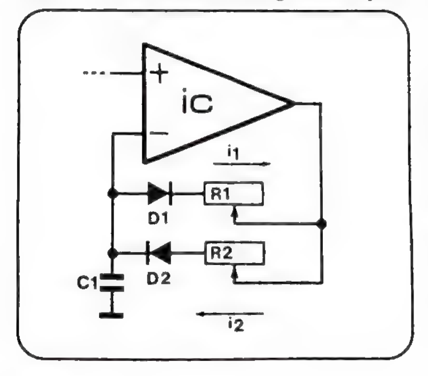
renzspannung U1. Der Zyklus wiederholt sich.

Auf diese Weise entsteht am Ausgang des ICs eine Spannung, die in bestimmten zeitlichen Abständen zwischen Plus und einem Wert nahe Null Volt wechselt: eine Rechteckspannung, wie sie in Bild 1 dargestellt ist, weil so der Scheibenwischer gesteuert werden muß. Solange die Ausgangsspannung des Komparators hoch ist, läuft der Scheibenwischermotor. Geht die Ausgangsspannung nach Null, so sucht der Wischer seine Ruheposition auf.

ZEITEINSTELLUNG

In der Einleitung hieß es, daß sowohl die Wischdauer (Anzahl der Wischerschläge in der aktivierten Phase) als auch die Intervallpause einstellbar sein müssen. Bild 5 zeigt, wie man beide Zeiten auf einfache Weise unabhängig voneinander einstellbar machen kann. Dazu wird der Widerstand R3 aus Bild 4 durch die Kombination R1/D1, R2/D2 ersetzt. Solange die Ausgangsspannung niedrig ist, fließt der Strom i1 in der Srecke D1/R1, der vorher aufgeladene Kondensator wird entladen. Die Diode D2 sperrt, so daß in der unteren Strecke kein Strom fließen kann. Da der Widerstand R, über den sich

Bild 5. Da die Dioden nur in einer Richtung leiten, ist die Zeiteinstellung sehr einfach.



der Kondensator entlädt, in seinem Wert einstellbar ist, hat man die Möglichkeit, die Entladedauer und somit die Dauer der Intervallpause einzustellen.

Hat der OpAmp-Ausgang nach Plus umgeschaltet, dann lädt der Strom i2 den Kondensator auf. Die Diode D1 sperrt, so daß Widerstand R1 keinen Einfluß mehr hat. Die Ladezeit hängt vom eingestellten Wert von R2 ab. Je kleiner der Wert eingestellt ist, um so schneller steigt die Spannung über dem Kondensator auf den kritischen Wert U1, der das Umschalten des Komparators auslöst.

GESAMTSCHALTUNG

Was außer dem Impulsgenerator noch in der Elektronik des Intervallschalters enthalten ist, zeigt Bild 6; es ist sehr wenig.

Zunächst fällt der Schalter S1 auf, er hat drei Stellungen und zwei Sektoren bzw. Ebenen, wie das früher hieß (rechts unten und links oben im Bild). In Stellung 1 ist die Schaltung von der Akkuspannung vollständig getrennt. Der Scheibenwischer ist ausgeschaltet, weil es zufällig nicht regnet, oder - was wahrscheinlicher ist - weil man gerade durch einen langen Tunnel fährt. In Stellung 2 liegt die Akkuspannung an der Schaltung, der Intervallschalter ist eingeschaltet. In der dritten Stellung schließlich ist die Elektronik zwar ausgeschaltet, aber die Relais, die den Wischermotor einschalten, liegen über den dritten Kontakt von S1b unmittelbar an der Akkuspannung, so daß die Wischer im Dauerbetrieb arbeiten.

Die Stufe mit dem Transistor T1 ist eine einfache Schaltung zur Stabilisierung der Speisespannung für die Elektronik; sie verhindert, daß die Speisespannung denselben starken Schwankungen unterliegt wie die Akkuspannung. Über R1 fließt ein Strom durch die Zener-Diode D1, sie erzeugt eine stabilisierte Spannung, die auch an der Basis des Transistors wirksam wird. Am Emitter-„Ausgang" des Stabilisators ist die Spannung um ca. 0,7 Volt geringer. Der Elko C1 siebt die

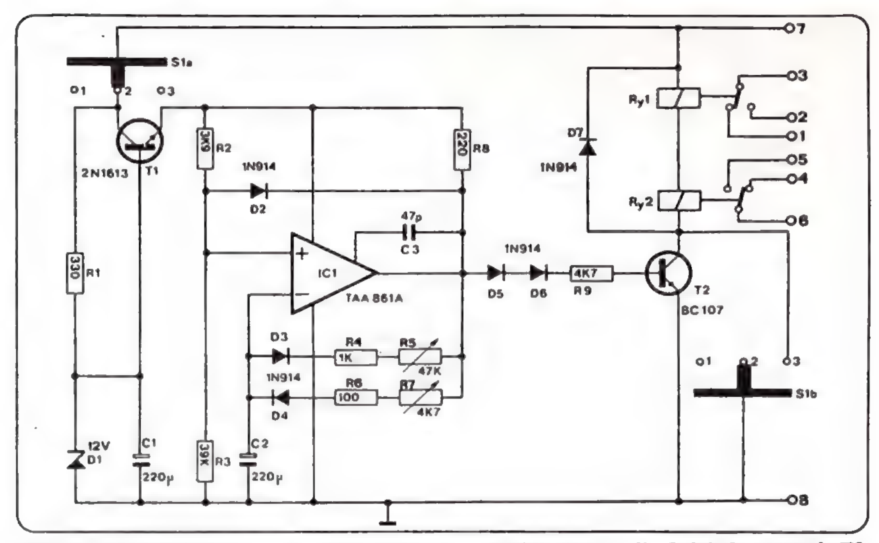


Bild 6. Die Gesamtschaltung enthält außer dem Impulsgenerator die Relais-Steuerstufe T2.

stabilisierte Spannung zusätzlich, so verhindert er z.B. starke Spannungsspitzen, die von der Zündung her in die Schaltung gelangen können.

Im Impulsgenerator ist nicht viel hinzugekommen. R8 ist ein notwendiger Lastwiderstand am Ausgang des OpAmps, den der Hersteller aus bestimmten Gründen nicht mitintegriert hat. Der kleine Kondensator C3 dient der Frequenzkompensation des ICs, er verhindert Schwingungen der Schaltung, die nicht, wie die erzeugte Rechteckspannung, beabsichtigt sind. Die Widerstände R4 und R6 liegen jeweils in Reihe mit den einstellbaren Widerständen R5 und R7, sie verhindern, daß Kurzschlüsse zwischen Eingang und Ausgang entstehen, wenn die Einstellwiderstände auf Null Ohm gedreht werden.

Der OpAmp-Ausgang steuert über den Schalttransistor T2 die beiden Relais Ry1 und Ry2. Wie es bereits hieß, geht die Ausgangsspannung nicht ganz auf Null Volt in der AUS-Phase des Intervalls. Damit nun der Schalttransistor nicht von der Restspannung unzulässig in den Leitzustand gesteuert wird, liegen zwei Dioden D5 und D6 in der Basiszuleitung des Transistors.

Der Relais-Kreis enthält gleich zwei dieser elektromechanischen Schalter, das mag auf den ersten Blick merkwürdig erscheinen, da es genügend Relaistypen gibt, die zwei oder mehr Umschaltkontakte haben. Aber zum einen sind diese Kammrelais recht teuer, und sie müssen den doch recht hohen Strom schalten können, den der Wischermotor zieht. Deshalb wurden die beiden Miniatur-Printrelais verwendet, die je einen Umschaltkontakt haben, der aber 2 Ampere „kann".

Die sechs Relaiskontakte sind in der Lage, alle die unterschiedlichen Wischer-Elektriken, die es gibt, in der richtigen Weise zu steuern.

D7 ist die Diode, die eine Zerstörung des Transistors durch die hohen Spannungsspitzen verhindert, die beim Schalten einer Induktivität (Relaiswicklung) auftreten.

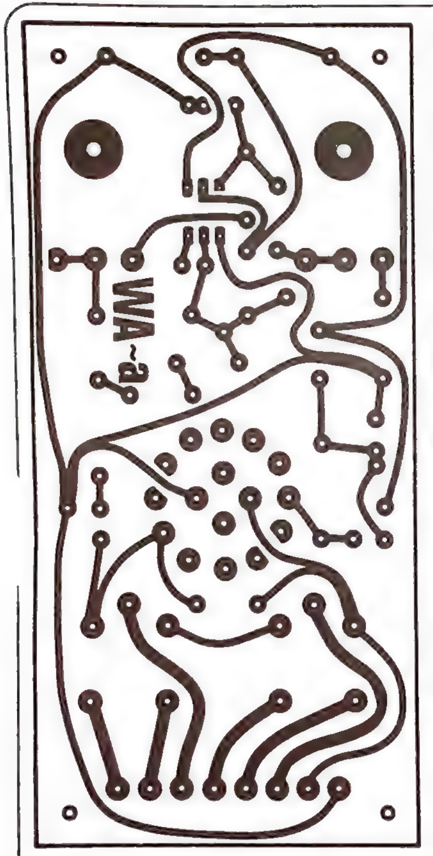


Bild 7. Der Print ist nicht groß, wenn man bedenkt, daß er alle Bauteile aufnimmt.

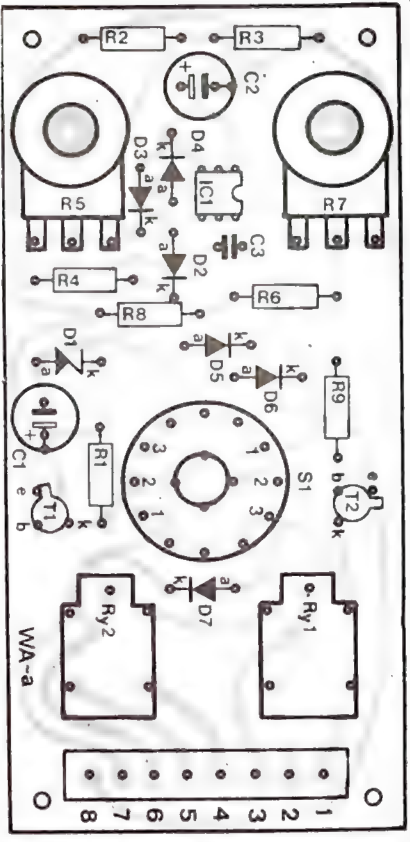


Bild 8. Der Bestückungsplan zeigt u.a., wie Dioden, Elkos und das IC einzulöten sind.

BAUHINWEISE

Die Bilder 7 und 8 zeigen links den Print, rechts den Bestückungsplan für den Intervallschalter. Der Print nimmt alle Bauteile, also auch die beiden Potis, den Schalter und die beiden Relais auf, das erleichtert den Nachbau erheblich.

Die Bestückung nimmt man am besten in dieser Reihenfolge vor: zunächst das „Kleinzeug" wie Widerstände, Kondensatoren und die Dioden. Dann kommt das IC, mit - so man hat - einer sechspoligen DIL-IC-Fassung. Es schließen sich die Transistoren und die drei Kondensatoren an; bei den Elkos ist auf

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT, 5%

R1	= 330 Ohm
R2	= 3,9 k-Ohm
R3	= 39 k-Ohm
R4	= 1 k-Ohm
R5	= 47 k-Ohm, Poti, lin.
R6	= 100 Ohm
R7	= 4,7 k-Ohm, Poti, lin.
R8	= 220 Ohm
R9	= 4,7 k-Ohm

HALBLEITER

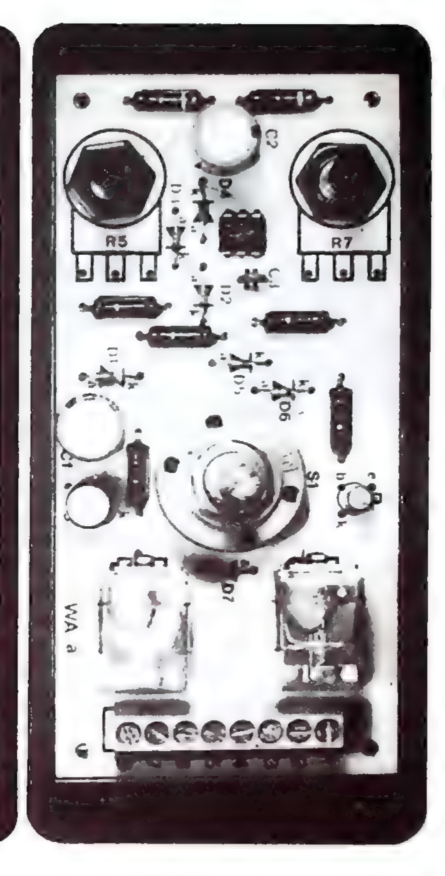
D1	= Z-Diode, 12 V, 400 mW
D2, D3, D4, D5, D6, D7	= 1N4148 (1N914)
T1	= 2N1613
T2	= BC107
IC1	= TAA 861 A (Mini-DIL)

KONDENSATOREN

C1, C2	= 220 µF, 25 V, RM 5 o. 7,5
C3	= 47 pF, ker., RM 5

SONSTIGES

S1	= Stufendrehschalter, 4 Sekt., 3 Stell., Fabr. LORLIN
Ry1, Ry2	= Print-Miniatur-Relais, 5 V, TRMO 100 (HOSIDEN)
1	x Print-Kabelklemme, 8polig
1	x Bedienungsknopf für S1
2	x Bedienungsknöpfe für Potis



die Polarität zu achten!
Für die acht Print-Anschlüsse kann man im Prinzip Lötlippen oder Lötstifte nehmen, jedoch ist es hier zweckmäßiger, eine 8polige Lüsterklemmen-Leiste aus den inzwischen bekannten Print-Kabelklemmen zusammenzustellen, so daß man beim Einbau in das Fahrzeug keinen Lötkolben braucht.
Nach dem Einbau der Relais kommen die beiden Potis und der Schalter an die Reihe. Das Foto (nächste Seite) zeigt die Art des Poti-Einbaus; die Lötanschlüsse müssen etwas in Richtung auf die Lötaugen des Prints gebogen werden.
Der Print ist nun fertig, und es empfiehlt sich, die Sache zunächst einmal mit einer 12 Volt-Spannungsquelle zu testen. An Anschluß 7 des Prints kommt Plus, Anschluß 8 ist Masse. Das Klappern der Relais zeigt die Aktivitäten der Schaltung an; es ist zu prüfen, ob sich mit R5 die Intervallpause und mit R7 das Arbeitsintervall einstellen lassen.



Zum Einbau in ein Gehäuse eignet sich z.B. das bekannte Teko P/3, jedoch hat man im Fahrzeug nicht gerne so ein unansehnliches Ding. Deshalb - aber auch im Zusammenhang mit der Frage, ob man auch den Automatikzusatz bauen will - muß die Gehäusefrage von jedem selbst geklärt werden.

FAHRZEUG – EINBAU

Die schwierigste Phase der gesamten Arbeiten ist der Einbau des Intervallschalters in das Fahrzeug. Die Auto-Elektrik ist gerade in der Wischeranlage sehr variationsreich. Zwar zeigt dieser Beitrag vier verschiedene Systeme, es kann aber keine Garantie gegeben werden, daß damit alle Varianten erfaßt

Bild 9. Das alte europäische System (im Bild oben) hat einen einpoligen Schalter (kleiner Kasten), ebenso wie das alte amerikanische System. Beide enthalten eine mechanische Bremse.

sind. In schwierigen Fällen kann es erforderlich sein, mit einem Vielfachinstrument herauszufinden, was der Autohersteller sich bei der Verkabelung gedacht hat.
Die Komplexität der Systeme rührt daher, daß es nicht genügt, den Wischermotor über einen Schalter am Armaturenbrett ein- und auszuschalten. Würde man so verfahren, dann bleibt der Scheibenwischer nach dem Abschalten der Motorspannung irgendwo stehen, er soll aber eine „Parkstellung" haben und dem Fahrer nicht die Sicht nehmen. Deshalb haben die Wischeranlagen längst eine eingebaute Vorrichtung, die dafür sorgt, daß der letzte Wischerschlag nach dem Abschalten doch erst bei der Parkstellung en-



Bild 10. Das neue europäische (oben) und das amerikanische System mit elektrischer Bremse. Hier haben die (im Fahrzeug eingebauten) Schalter (kleine Kästen) mehr als zwei Anschlüsse.

det, einen „Endschalter". Damit taucht jedoch eine neue Schwierigkeit auf: Ist die Parkstellung beim letzten Wischerschlag erreicht, dann muß der Motor unmittelbar abgebremst werden, damit der Wischer nicht über die Parkstellung hinaus weiterläuft. Früher gab es mechanische Bremsen, heute geht das vornehm elektrisch: Ein sich drehender Gleichstrommotor, dessen Wicklungsanschlüsse man kurzschließt, stoppt sofort. Die in den modernen Wischerausrüstungen enthaltenen Maßnahmen besorgen auch das elektrische Bremsen.

Die Bilder 9 und 10 zeigen die häufigsten Systeme. Wenn man die Verdrahtung im vorhandenen Fahrzeug studiert, kommt man meist schnell dahinter, was zu tun ist; im Grunde ist es ja „nur" Elektrik, und nicht 'ie als komplizierter geltende Elektronik.

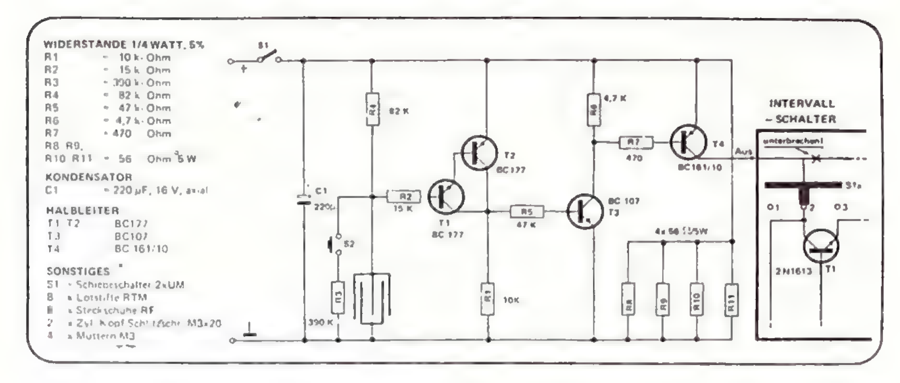
äßt sich durch bloßes Beobachten die Verrahtung nicht ergründen, dann hilft ein /ielfachinstrument weiter, mit dem man den Widerstand der Motoranschlüsse mißt. Ein kleiner Widerstandswert bedeutet: Das ist die Motorwicklung. Widerstand Null heißt, daß zwischen den betreffenden Anschlüssen der Ruhekontakt des Parkschalters liegt. Unendlichen Widerstand mißt man über den Arbeitskontakten des Parkschalters. Ein wichtiger Hinweis: Auch die Metallmasse des Motorblocks kann ein Anschluß sein.

Kommt man trotz aller Anstrengungen nicht zurecht, dann hilft fast immer eine Werkstatt mit Rat aus.

AUTOmatik ZUSATZ

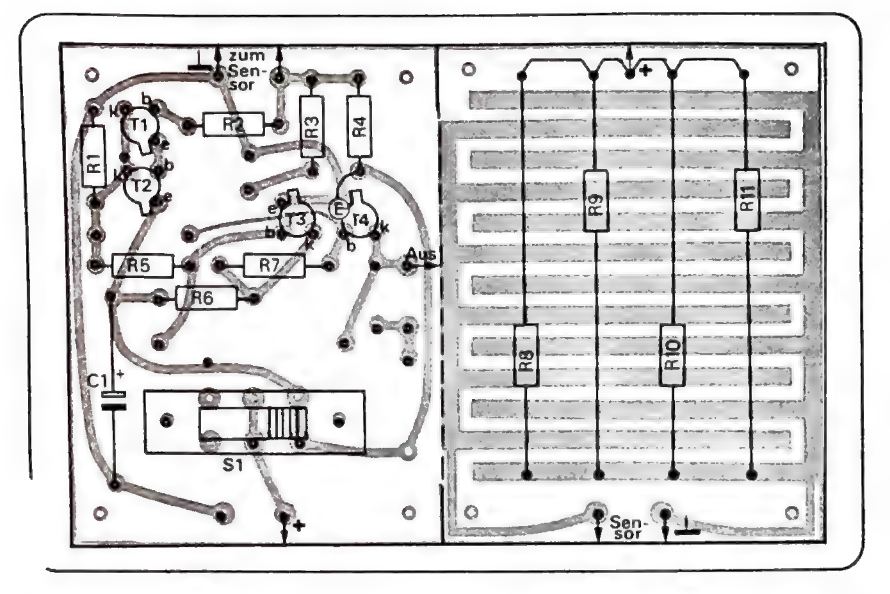
Im Gegensatz zum Intervallschalter ist eine Automatik, auch wenn sie diese Bezeichnung verdient, reiner Luxus. Der Scheibenwischer dient ja gerade dazu, dem Fahrer bei Regen die Sicht frei zu machen; wenn es zu regnen beginnt, wird er wie im Traum zum richtigen Hebel oder Schalter greifen - eine Automatik braucht man nicht, man hat sie sich angewöhnt. Dieser Zusatz zum Intervallschalter gehört zu denjenigen technischen Errungenschaften, von denen es heißt: Sie sind zwar nicht nützlich, zeigen aber, was Wissenschaft und Technik zu leisten vermögen. Also immerhin ein Gag.

Der Sensor und ein Teil der Elektronik der in dieser Ausgabe beschriebenen Regensonde dienen hier dazu, bei Nebel oder Regen den Scheibenwischer (-Intervallschalter) selbsttätig einzuschalten. Der Sensor muß außenbord montiert werden, und zwar möglichst vorne, damit er auch auf die unangenehmen Spritzer reagiert, die nach einem Regen immer wieder von Vordermännern erzeugt werden. Aber ist der Sensor denn nicht vom letzten Guß noch feucht und läßt den Scheibenwischer weiterlaufen? Nein - denn der Sensorprint wird beheizt, mit einigen Hochlastwiderständen, die aus dem Akku gespeist werden. Dieses Prinzip ist nicht neu, es wur-



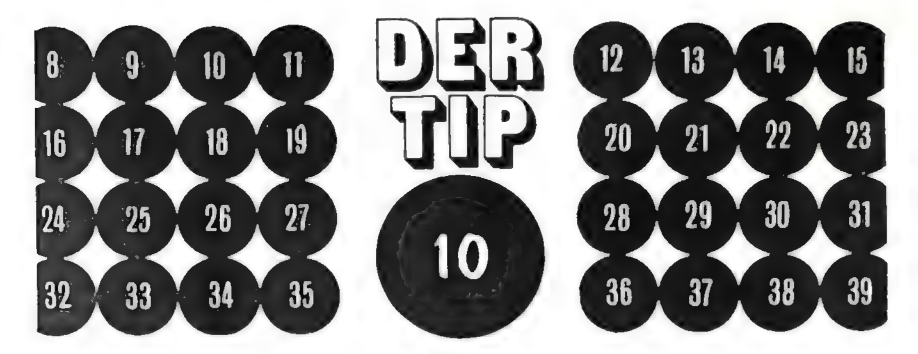
de vor längerer Zeit anderweitig beschrieben (Elektor), aber eben notwendig, damit der Wischer auch tatsächlich kurz nach Regenende stoppt. Ein praktisches Problem dürfte die ständige Verschmutzung des Sensors darstellen; hier muß man Erfahrung sammeln und sich gegebenenfalls eine andere Sensorausführung einfallen lassen.

Wenn der Sensor naß wird, schaltet jeder Transistor den nachfolgenden in den Leitzustand. T4 ist somit der Einschalter für den Intervallschalter, der natürlich in Stellung 2 stehen muß, wie im Schaltbild angedeutet. Somit entfällt im Intervallschalter die Verbindung zwischen dem Mutterkontakt des Schaltersektors S1a und der Plus-Leitung, sie



ist nahe am Schalter S1 zu unterbrechen; statt dessen bekommt der Schalter jetzt seine Spannung vom Kollektor T4 der Automatik.
Die vier Heizwiderstände nehmen eine Leistung von zusammen ca. 10 Watt auf, man kann aber durch geringfügige Änderung der Widerstandswerte mehr oder weniger heizen, wenn es erforderlich scheint. Die Widerstände haben einen rechteckigen Querschnitt, sind versetzt angeordnet, um eine gleichmäßigere Wärmeverteilung auf dem Print zu bekommen, und müssen, um einen guten Wärmeübergang zu gewährleisten, aufgeklebt werden.
Bei der Bestückung des Prints (der Regensonde) und bei der Verkabelung ist einiges zu beachten. Der Emitter von T4 (E) kommt nicht in das darunter liegende Lötauge, sondern wird zu R4 geführt. Beim Schalter S1 sind nur die zwei Lötaugen eingezeichnet, die anzuschließen sind. Der Test-Taster aus der Regensonde fehlt hier, kann aber durchaus wie dort benutzt werden, wenn man ihn vorsieht. Der Intervallschalter funktioniert mit der Automatik nur dann, wenn es tatsächlich regnet und die Sonde ihre Pflicht tut. Wen das stört, der kann in der Speiseleitung des Intervallschalters noch einen Umschalter von Automatik (Kollektor T4) auf manuell (Wiederherstellung der ursprünglichen Verbindung vor S1a) vorsehen, aber das ist reine Elektrizitätslehre.

Die Heizung verbraucht ca. 0,8 Ampere, deshalb muß man die Speiseleitungen zunächst zur Heizung auf dem Sensorprint führen Pluszeichen und Massesymbol). Von hier aus werden sie, zusammen mit einer dritten Leitung für den Sensor, zum Elektronik-Print geführt. Für die Heizwiderstände müssen vier Bohrungen zusätzlich angebracht werden, außerdem sind bei „+" vier Drahtbrücken nicht zu vergessen.



STÖRUNGEN DURCH SCHALTIMPULSE AUF DER NETZSPANNUNG

Einer unserer Leser hat ein besonderes Problem mit seinem „Elektro-Toto-Würfel", an den sich die „ältesten" P.E.-Leser noch erinnern werden (Heft 1/76). Das Gerät - eine kleine Schaltung mit TTL-ICs - wird normalerweise aus einer Batterie gespeist. Wer aber viel im Toto spielt, könnte auf den Gedanken kommen, die vielen teuren Batterien zu sparen und eine Netzspeisung vorzusehen.

Diesen Gedanken hat Leser H.H. aus A. in die Tat umgesetzt und machte dabei eine merkwürdige Entdeckung. Während das Gerät vorher einwandfrei arbeitete, passierte es jetzt, daß die angezeigte Zahl verschwand und eine andere erschien, wenn z.B. der Kühlschrank in der Küche einschaltete.

Die Erscheinung ist nicht merkwürdig, sondern gut bekannt. Im Elektro-Toto-Würfel sind zwei digitale ICs aus der TTL-Familie enthalten. Diese integrierten Schaltungen haben zahlreiche Vorteile, aber auch einen großen Nachteil: ihre Störempfindlichkeit. Zwischen dieser und der hohen Schaltgeschwindigkeit gibt es einen Zusammenhang.

Jede elektronische Schaltung, die Impulse verarbeitet, wie Zähler, FlipFlop oder Monostabiler Multivibrator, benötigt zur Steuerung einen Impuls mit einer bestimmten Impulsbreite, damit sie reagieren kann. Gewöhnliche, mit Transistoren aufgebaute Schaltungen reagieren nur auf breitere Impulse. Die Impulsbreite wird in Tausendstel (Millisekunden) oder Millionstel Sekunden (Mikrosekunden) gemessen, es ist die Zeit, in welcher der Impuls „vorhanden" ist. Um Transistorschaltungen zu aktivieren, muß die Impulsbreite im Mikrosekundenbereich liegen. Die TTL-Schaltungen sind aber so schnell, daß sie bereits auf Impulsbreiten von einigen Milliardstel Sekunden (Nanosekunden) reagieren.

Beim Einschalten bestimmter Verbraucher - der Kühlschrank ist ein typisches Beispiel - entstehen auf der Netzspannung spitze Impulse, die über den Netztrafo eines elektronischen Gerätes in die Schaltung gelangen. Im Netzteil ist immer ein „dicker" Elko mit einer großen Kapazität, der das Störsignal zum größten Teil beseitigt.

Es bleibt ein Restsignal, das in Transistorschaltungen keine Funktionsstörungen hervorruft. Anders in TTL-Schaltungen. Die noch vorhandenen Störimpulse haben eine Impulsbreite, die oft noch ausreicht, den einen oder anderen Baustein über die Speiseleitung zu Schaltvorgängen anzuregen.

Beim Toto-Würfel, der nach dem Spiel eine bestimmte, zufällige Zahl zeigt, können die Störimpulse auf der Speiseleitung als Zählimpulse interpretiert, d.h. gezählt werden. Die Anzeige springt dann auf eine andere Ziffer.

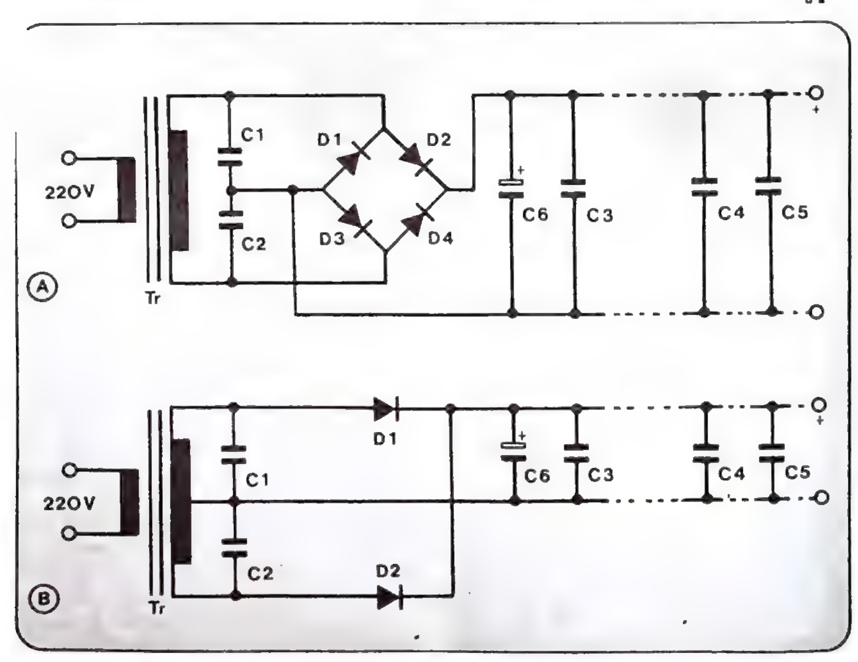
⟶

Aus diesem Verhalten läßt sich die erforderliche Gegenmaßnahme ableiten: Auch der Rest an Störimpulsen muß beseitigt werden. Das Bild zeigt das übliche, wirksame Verfahren.

Es sind zwei Beispiele von Netzteilen dargestellt, sie enthalten einen Trafo mit Mittelanzapfung (unten) und ohne. Normalerweise sind nur der Trafo, die Dioden und der Elko C6 in einem nichtstabilisierten Netzteil enthalten. Die Kondensatoren C1 bis C5 dienen zur Unterdrückung der Rest-Störimpulse.

C1 bis C5 haben dieselbe Kapazität von 100 nF. Nicht alle Kondensatortypen sind gleichermaßen geeignet. Bewährt haben sich die gängigen MKM-Typen, die in P.E.-Schaltungen auch in anderer Funktion häufig verwendet werden. Sie haben eine geringe Reaktanz, im Gegensatz zum Elektrolytkondensator (die Reaktanz hängt von der Konstruktion des Kondensators ab, sie macht sich bei höheren Frequenzen bemerkbar; der Kondensator wirkt dann wie eine Serienschaltung aus einer Kapazität und einer Induktivität).

Der Elko ist deshalb trotz seiner sehr viel höheren Kapazität nicht in der Lage, die hochfrequenten Störsignale abzublocken, er hat „schlechte HF-Eigenschaften". Konsequenterweise schaltet man einen der 100 nF-Kondensatoren (C3) in der Nähe des Elkos zu diesem parallel. C1 und C2 lötet man nahe am Trafo ein, und die übrigen „verteilt" man auf dem Print, sie liegen immer zwischen den beiden Speisespannungspolen (Plus und Masse). Im Toto-Würfel würde man C4 und C5 unmittelbar an die betreffenden IC-Anschlüsse auf der Kupferseite löten.



So funktioniert das!

KONDENSATOREN Teil -5-



In der letzten Folge dieser Reihe über „Kondensatoren in der Schaltung" ging es um den Einsatz dieser Bauelemente in Gegenkopplungsnetzwerken von Verstärkern. Hier folgen nun weitere Beispiele, aber selbstverständlich sind damit nicht alle Anwendungen in der Gegenkopplung erfaßt; dazu ist dieser spezielle Einsatzbereich zu groß.

Baxandall – Klangeinsteller

Die fünfte Folge verschafft Einblick in die Wirkungsweise einer Funktionsgruppe, die in jedem Verstärker enthalten ist: der Klangeinsteller. Um den Einstieg in diese Materie zu erleichtern, werden zunächst einige einfache Klangeinstell-Netzwerke besprochen. Es schließt sich die Besprechung des berühmten und weit verbreiteten „Baxandall-Klangeinsteller" an, der wegen der bemerkenswerten Form seiner Kennlinie landläufig als „Kuhschwanz-Entzerrer" bezeichnet wird.

Der hörbare Schall umfaßt Schallfrequenzen im Bereich zwischen 20 Hertz und ca. 20 Kilohertz. Daß es so viele verschiedene Geräusche und Klänge gibt, hängt mit der Tatsache zusammen, daß kaum ein „Schallsignal" aus einer einzelnen Frequenz besteht. Fast immer handelt es sich um ein Frequenzgemisch, in dem zahlreiche Frequenzen mit unterschiedlicher „Stärke" enthalten sind. So erzeugen Musikinstrumente immer bestimmte Mischungen, wie man sagen könnte; dies macht dann den typischen Klangcharakter eines bestimmten Instrumentes aus. Auch der Raum, in dem man ein Schallereignis wahrnimmt, hat einen Einfluß auf die klangliche Wahrnehmung, weil die Materialien, aus denen die Wände bestehen oder die im Raum vorhanden sind, die Schallanteile in Abhängigkeit von ihrer Frequenz mehr oder weniger stark absorbieren.

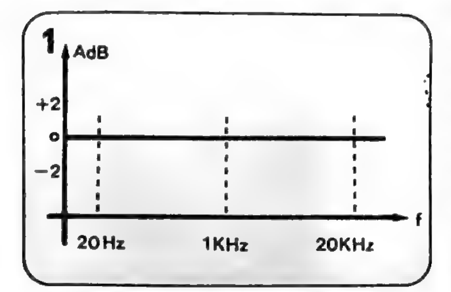
Zeichnet man den Schall, der in einem Raum A erzeugt wird, mit einem Tonbandgerät auf und nimmt die Wiedergabe in einem Raum B vor, so zeigen sich auch solche Unterschiede im klanglichen Eindruck, die nicht von den Qualitätsmängeln der Aufnahme- und Wiedergabeanlage her erklärbar sind. Die Unterschiede zwischen Aufnahme- und Wiedergaberaum sowie die unerwünschten Einflüsse der Anlage führen dazu, daß das Schallsignal

beim Hören die Frequenzen nicht mehr in der ursprünglichen, beim Ur-Ereignis gegebenen Zusammensetzung enthält, sondern - im erweiterten Sinne - verzerrt ist.

Damit entsteht das Bedürfnis, irgendwie „an der Frequenz drehen" zu können, um durch eine Korrektur den ursprünglichen Zustand wieder her zu stellen.

Bild 1 zeigt den Frequenzgang eines idealen Verstärkers, wie ihn sich jeder wünscht. Der Verstärkungsfaktor A ist in der Darstellung mit dem Wert Null dB bezeichnet. Das Dezibel (dB) ist eine dimensionslose Größe, es bezeichnet nur relative Unterschiede zweier Größen der gleichen Art, z.B zweier elektrischer Spannungen. Bei der Darstellung des Frequenzgangs geht man so vor, daß man zunächst den Verstärkungsfaktor bei der Frequenz 1 Kilohertz mißt und den gemessenen Wert gleich Null dB setzt. Anschließend mißt an den Verstärkungsfaktor für andere Siglfrequenzen zwischen 20 Hertz und 20 Kihertz und vergleicht diese Werte mit dem Wert für 1 Kilohertz. Eine dB-Tabelle oder ein geeigneter Taschenrechner liefert die dazugehörigen dB-Werte. So kann man das Verhalten eines Verstärkers auf eine Null-Referenz beziehen. Der in Bild 1 dargestellte

Bild 1. Die Übertragungskennlinie eines Verstärkers (auch Frequenzgang genannt), der alle Frequenzen des hörbaren Bereiches im gleichen Maße verstärkt. Der Verstärkungsfaktor A wird in dB gemessen.



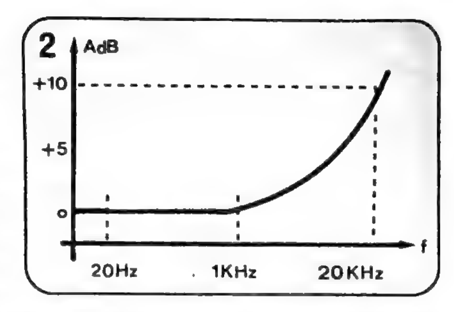


Bild 2. Der Frequenzgang eines Verstärkers mit Höhen-Klangeinsteller. Die Höhen sind hier angehoben (höher verstärkt), und zwar um 10 dB bei der Frequenz 20 Kilohertz.

ideale Verstärker hat für alle Frequenzen denselben Verstärkungsfaktor. Sieht man von anderen Mängeln ab, die ein Verstärker haben kann: Der Frequenzgang jedenfalls ist völlig in Ordnung, er ist „linear".

Nun ist der ideale Verstärker gar nicht mehr so ideal, wenn es darum geht, die Wiedergabe an die Raumakustik nachträglich anzupassen bzw. einen nichtlinearen Frequenzgang der Übertragungsanlage (überwiegend vom Lautsprecher verursacht) mit Hilfe des Verstärkers zu korrigieren.

Hat der Lautsprecher bzw. die Box eine schlechte Höhenwiedergabe, so kann man diesen Mangel „ausbügeln", indem man dem Lautsprecher ein Signal anbietet, dessen oberer Frequenzbereich angehoben ist. Mit anderen Worten: Der Verstärker muß hohe Signalfrequenzen mehr verstärken als niedrige. Eine solche Art der Einflußnahme auf den Frequenzgang eines Verstärkers ist z.B. der bekannte Klangeinsteller. In dem gewählten Beispiel (Lautsprecher mit schlechter Höhenwiedergabe) könnte die Übertragungskennlinie (Frequenzgang) deshalb z.B. so aussehen, wie sie in Bild 2 gezeichnet ist.

Bis zur Frequenz 1 Kilohertz bleibt der Verstärkungsfaktor auf seinem „Normwert" von Null dB. Oberhalb dieser Frequenz steigt er

an und erreicht bei 20 Kilohertz bereits den Wert von +10 dB. Wenn der Lautsprecher bei 20 Kilohertz eine Zugabe von 10 dB braucht, um dieselbe Lautstärke zu erzeugen wie bei 1 Kilohertz, dann stimmt die Übertragung zumindest bei diesen beiden Frequenzen.
Früher gab es zahlreiche Geräte, meist Rundfunkempfänger, die nur mit einer Höhenabschwächung ausgerüstet waren; diese einzige Möglichkeit der Frequenzgangbeeinflussung wurde dann meist dazu benutzt, verrauschten Empfang oder verkratzte Schallplatten einigermaßen anhörbar zu machen. Heute erwartet man von einem Klangeinsteller zwei unabhängig voneinander arbeitende Einsteller für Höhen und Tiefen. Beide Elemente sollen anheben und abschwächen können und außerdem eine Mittelstellung „linear" aufweisen. In teuren Geräten findet man weitere Einsteller oder Schalter für den Frequenzgang, z.B. ein Präsenzfilter, mit dem der für die Sprachverständlichkeit wichtige Bereich um 2 Kilohertz angehoben wird.

EINFACHE HÖHENABSENKUNG

Bild 3 zeigt ein Beispiel für die einfache Absenkung der Höhen, wie sie früher praktiziert wurde. Gelegentlich kommt diese Schaltungsart auch heute noch zur Anwendung.
Da es in dieser Beitragsreihe um Prinzipschaltungen geht, ist der Verstärker lediglich als Block, nämlich als Dreieck dargestellt.
Der Klangeinsteller besteht aus nur drei Bauelementen: einem Festwiderstand R1, einem Poti R2 und einem Kondensator C1.
Die Funktion beruht auf der in einer der früheren Folgen bereits ausführlich besprochenen Eigenschaft des Kondensators: Je höher die Frequenz einer an den Kondensator angelegten Spannung ist, um so niedriger ist sein (Wechselstrom-) Widerstand, auch Impedanz genannt. Angenommen, der Widerstand R2 liegt mit seinem vollen Wert in der Schaltung; dieser Wert wurde so gewählt, daß er groß gegen die Impedanz des Kondensators ist. Dann bildet die Schaltung der drei Bau-

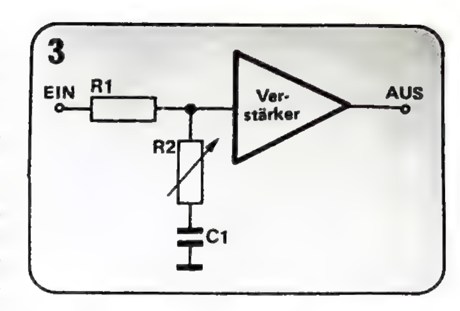


Bild 3. Ein sehr einfacher Klangeinsteller, mit dem nur eine Abschwächung der Höhen möglich ist. R2 bildet mit C1 einen einstellbaren, frequenzabhängigen Widerstand, der mit R1 einen Spannungsteiler darstellt.

elemente einen Spannungsteiler, dessen „Abgriff" (Verstärkereingang) ganz oben steht, so daß das Signal fast ungeschwächt auf den Verstärker gelangt. Die geringe Restabschwächung des Signals ist außerdem frequenzunabhängig, denn auch bei niedrigen Frequenzen ist die Impedanz des Kondensators immer noch klein gegen den „voll aufgedrehten" R2.
Anders sieht es aus, wenn R2 auf einen relativ geringen Widerstandswert eingestellt ist. Sobald der Wert sich der Impedanz des Kondensators für Frequenzen im oberen Hörbereich nähert, wird das Netzwerk zum frequenzabhängigen Spannungsteiler. Dazu zwei Beispiele.
Bei 100 Hertz hat der Kondensator eine hohe Impedanz. Die Serienschaltung R2/C1 hat somit einen hohen Widerstand gegenüber R1, Das Signal wird (bei 100 Hertz) kaum abgeschwächt. Bei 10 Kilohertz hat der Kondensator eine viel geringere Impedanz. Der Widerstand der Serienschaltung R2/C1 ist deshalb auch sehr niedrig, am „Abgriff" tritt eine starke Abschwächung des 10 Kilohertz-Signalanteils auf. Auf den Verstärker gelangt nur eine kleine Spannung mit der hohen Frequenz.

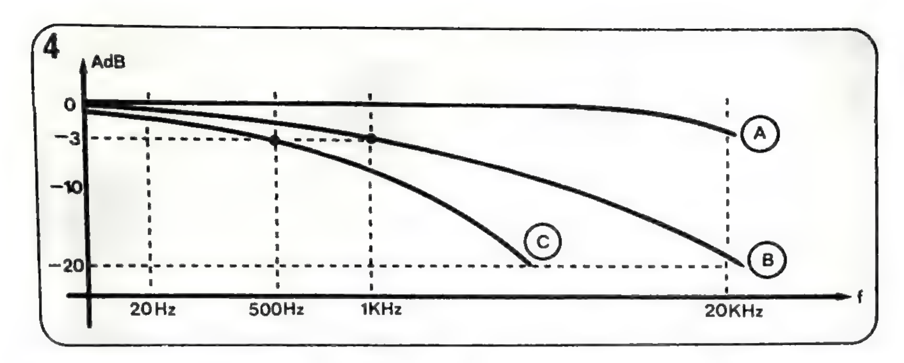


Bild 4. Solche Frequenzgänge ergeben sich in verschiedenen Stellungen des Potis R2 in Bild 3. Liegt der volle Widerstand des Potis in der Schaltung, so hat der Verstärker die Übertragungskennlinie A. Der Einfluß des Kondensators ist bei dieser Potieinstellung praktisch zu vernachlässigen. Übrigens ist es hier nicht ganz korrekt, von „Poti" zu sprechen, weil R2 als einstellbarer Widerstand geschaltet ist, es werden nur der Abgriff und ein „Ende" benutzt.

ild 4 zeigt den Frequenzgang der Schalıng. Zu jeder der Kurven A, B und C ge-.ört eine bestimmte Einstellung des Potis in Bild 3. Ist R2 auf den vollen Widerstandswert eingestellt, so entspricht der Frequenzgang der Kurve A. Der Einfluß des frequenzabhängigen „Widerstandes" C1 ist kaum feststellbar, weil er in Reihe zu einem anderen hochohmigen Widerstand (R2) liegt. Verringert man den Widerstandswert R2, dann nimmt der Einfluß von C1 als frequenzabhängiges Bauelement zu (Kurve B). Kurve C gilt für den Fall, daß das Poti „auf Null" gedreht ist, sein Widerstandswert, der in der Scholtung wirksam wird, ist sehr gering bzw. Null Ohm. Die Verstärkung der Schaltung nimmt zu höheren Frequenzen hin immer stärker ab.

Diese Schaltung hat den Nachteil, daß nur eine Abschwächung der hohen Frequenzen möglich ist. Ebenso wichtig ist aber auch die Möglichkeit einer Anhebung des oberen Frequenzbereiches. Ein weiterer Nachteil: Der sogenannte 3 dB-Punkt, der einen Grad der Abschwächung bezeichnet, bei dem der Einfluß des Klangeinstellers hörbar wird, tritt nicht bei jeder Potistellung bei derselben Frequenz auf, sondern verschiebt sich bei einer Änderung der Potistellung.

PRINZIP DES BAXANDALL – KLANGEINSTELLERS

Bild 5 zeigt den Baxandall-Klangeinsteller, der wegen seiner Bedeutung den Rest dieses Beitrags ausmacht. Der Verstärker ist wieder als Block dargestellt. Das Netzwerk besteht aus 6 Widerständen und 3 Kondensatoren, es ist in Bild 5 so dargestellt, wie man es meist sieht; man erkennt sehr schnell die typische Konstellation der Bauelemente.

Das Baxandall- Netzwerk liegt zwischen dem Ausgang des Verstärkers und dem Signaleingang; der Verstärkereingang ist „in der Mitte" angeschlossen". Das hört sich ziemlich kompliziert an und ist so natürlich nicht zu verstehen. Die Tatsache, daß eine Verbindung zum Verstärkerausgang besteht, deutet bereits darauf hin, daß hier wieder mit der Gegenkopplung getrickst wird (siehe Teil 4 dieser Reihe, Heft 9/78). Übrigens steht in Bild 5 „BASS" für das Tiefen-Einstellpoti, „TREBLE" für den Höhen-Einsteller.

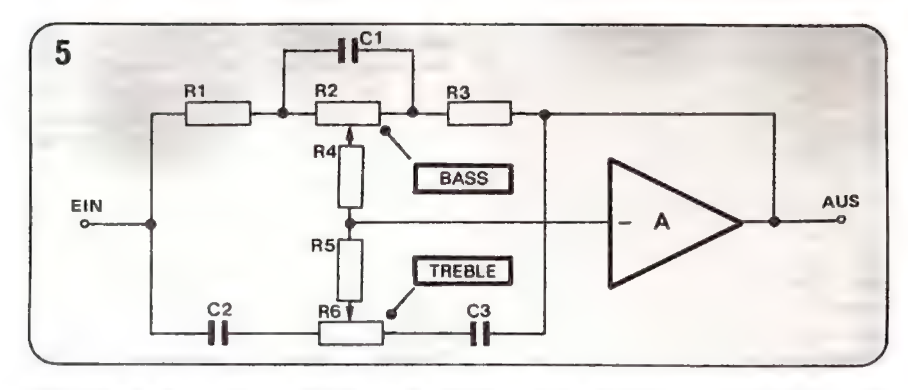
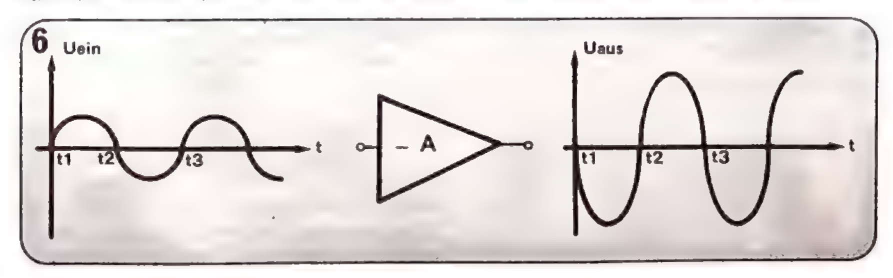


Bild 5. Das bekannte Baxandall-Klangeinstell-Netzwerk, hier in der leicht erkennbaren, typischen Darstellungsweise gezeichnet, liegt nicht einfach im Signalweg zwischen dem Schaltungseingang und dem Verstärker, es ist vielmehr in die Gegenkopplung des invertierenden Verstärkers A einbezogen. R2 und R6 sind die beiden Potis für Hohen- und Tiefeneinstellung.

GEGENKOPPLUNG

Der Eingang des Verstärkers A in Bild 5 ist mit einem Minuszeichen versehen. Der Verstärker invertiert das Signal; Bild 6 zeigt, was es damit auf sich hat.
Wenn am Eingang des Verstärkers eine Wechselspannung anliegt (linke Grafik in Bild 6), so erscheint am Ausgang des Verstärkers eine Wechselspannung, die nicht nur eine größere Amplitude hat, sondern die invertierte Phasenlage; dies äußert sich darin, daß die Ausgangsspannung negativ ist, während die Eingangsspannung gerade positiv ist und umgekehrt; man spricht auch von Phasenumkehr. In der Zeitspanne zwischen t1 und t2 ist die Eingangsspannung positiv (links), während die Ausgangsspannung negativ ist (Grafik rechts im Bild). Diese Eigenschaft des Verstärkers ist sehr wichtig, weil sonst eine Gegenkopplung nicht möglich wäre.
Diese letzte Aussage macht Bild 7 deutlich. Die zu verarbeitende Signalspannung Uein liegt über den Widerstand R1 am Verstärkereingang. Vom Ausgang führt eine Verbin-

Bild 6. Erläuternde Darstellung zum Begriff „invertierender Verstärker" (–A). Das Eingangssignal (links im Bild) wird nicht nur verstärkt, sondern auch in der Phaselage umgekehrt.



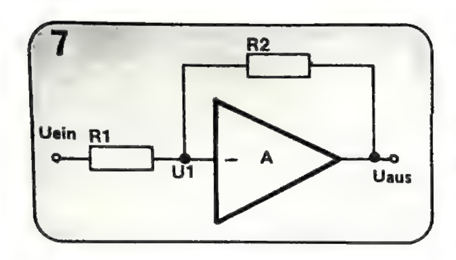


Bild 7. Bei einem invertierenden Verstärker kann man mit Hilfe der Gegenkopplung den Verstärkungsfaktor praktisch beliebig wählen, nämlich zwischen starker Abschwächung (Verstärkungsfaktor unter 1) und einem maximalen Wert, der mit der Leerlaufverstärkung (ohne Gegenkopplung) identisch ist. Maßgebend sind die Widerstandswerte von R1 und R2. Mit frequenzabhängigen Gegenkopplungen arbeiten die Klangeinsteller.

ung über den Gegenkopplungswiderstand .2 ebenfalls auf den Verstärkereingang. Man kann sich diese Schaltung vorstellen als eine besondere Art eines einfachen Widerstandsmischers für zwei NF-Signale, denn über die beiden Widerstände werden die Signale Uein und Uaus zusammengeführt, sie bilden das Mischsignal U1, das am Verstärkereingang wirksam wird.

Die Gegenkopplung vom Ausgang zurück auf den Eingang des Verstärkers setzt dessen Verstärkungsfaktor herab. Ohne diese Verbindung würde am Verstärkerausgang eine Spannung erscheinen, die sich als Produkt aus Eingangsspannung und Verstärkungsfaktor errechnet. Außerdem wäre diese Spannung natürlich invertiert.

Dank der Gegenkopplung ist nun die am Verstärkereingang wirksame Spannung U1 nicht mehr gleich der Steuerspannung Uein, sondern erheblich geringer, denn über R2 wird vom Verstärkerausgang her eine Spannung hinzugemischt, die zu jedem Zeitpunkt die entgegengesetzte Polarität hat. Die Spannung U1 entspricht demnach der Differenz aus der Eingangsspannung Uein und der Spannung, die als ein Teil der Ausgangsspannung zum Mischpunkt geführt und dort wirksam wird. U1 hat somit einen geringeren Betrag als Uein, dank der Gegenkopplung über R2.

Der Verstärkungsfaktor der Gesamtschaltung hängt nicht mehr von den Daten des Verstärkers ab, sondern vom Verhältnis der Widerstände R1 und R2. Das kann man sich leicht vorstellen: Je kleiner der Wert von R2 ist, um so größer ist der Betrag der vom Ausgang zum Eingang des Verstärkers zurückgeführten Spannung, und um so kleiner ist somit die Eingangsspannung des Verstärkers. Allgemein gilt, daß der Verstärkungsfaktor mit dem Zahlenwert des Verhältnisses R2:R1 zunimmt.

Der nächste Schritt zu einem Klangeinsteller: Man ersetzt den Widerstand R2 in Bild 7 durch einen Kondensator oder eine Reihenschaltung aus Kondensator und Widerstand, um eine frequenzabhängige Gegenkopplung und damit einen frequenzabhängigen Verstärkungsfaktor zu erhalten.

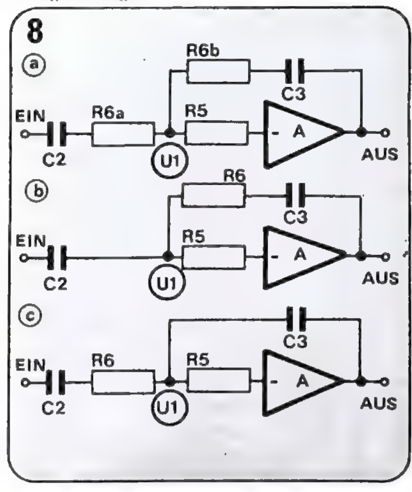
EINSTELLER FÜR DIE HÖHEN

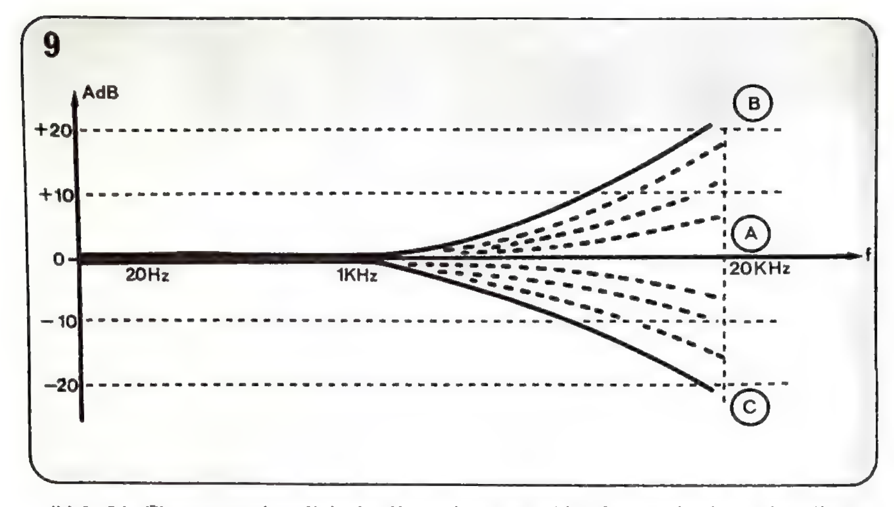
Bild 8 zeigt den für die Höheneinstellung verantwortlichen Schaltungsteil des Baxandall-Klangeinstellers aus Bild 5, und zwar in drei Ansichten, die sich durch die Stellung des „Treble"-Potis R6 unterscheiden. Die Bauelemente tragen den gleichen Index wie in Bild 5. In Bild 8a steht Poti R6 in Mittelstellung, daher treten zwei Widerstände R6a und R6b auf; in 8a und 8b steht das Poti jeweils in einer der beiden Anschlagstellungen.

Zunächst noch einige Vorbemerkungen. Die Kondensatoren C2 und C3 haben identische Werte, das Poti ist linear, so daß die beiden Teilwiderstände in der Mittelstellung gleiche Widerstandswerte haben. Der Widerstand R5 ist übrigens kein funktioneller Bestandteil des Klangeinstellers, er trägt auch nicht zum „Frequenzgang" irgendwie bei; sein Zweck wird später erläutert. Vorläufig kann man

ihn sich vorstellen als eine Verbindung, die das Signal vom Mischpunkt U1 auf den Verstärkereingang überträgt.
Wie verhält sich die Schaltung, wenn Poti R6 in Mittelstellung steht (Bild 8a)? R6a hat denselben Wert, wie R6b, und auch die Kondensatoren haben gleiche Kapazitäten. Somit wird zwischen dem Eingang der Schaltung und dem Punkt U1 dieselbe Impedanz wirksam wie zwischen Ausgang und U1. Bei dieser Bauelemente-Dimensionierung hat die Schaltung den Verstärkungsfaktor 1, d.h. am Ausgang kommt das Wechselspannungssignal mit derselben Amplitude heraus, die es am Eingang „Ein“ hat.
Sehr bemerkenswert ist weiterhin, daß eine Schaltung nach Bild 8a einen linearen Frequenzgang hat. Zwar ändern sich die Impedanzen der Kondensatoren, wenn sich die Frequenz ändert, aber diese Änderung erfolgt in beiden Zweigen des Netzwerkes gleichmäßig, so daß der Verstärkungsfaktor unabhängig von der Frequenz den Wert 1 hat. Die Mittelstellung des Potis ist demnach die neutrale Stellung, die Übertragungskennlinie des Verstärkers ist völlig gerade.
Bild 8b zeigt die Einstellung der Höhen, bei der der volle Widerstand des Potis R6 im Gegenkopplungszweig des Netzwerkes liegt.
Für niedrige Frequenzen ist die Impedanz der beiden Kondensatoren sehr groß, so daß sogar der Widerstandswert des Potis R6 fast vernachlässigt werden kann. Praktisch ist damit eine Situation ähnlich Bild 8a gegeben, denn es werden nur die Impedanzen der Kondensatoren wirksam; sie haben gleiche Werte, somit ist der Verstärkungsfaktor wiederum 1. Dies gilt jedoch nur für niedrige Frequenzen.
Für die höheren Frequenzen im Eingangssignal der Schaltung sieht die Sache anders aus. Die Impedanzwerte der Kondensatoren sind jetzt in Bezug auf den Widerstandswert von R6 niedrig, so daß der Einfluß von R6 nicht mehr vernachlässigt werden kann. Im Gegenkopplungszweig des Netzwerkes liegt jetzt ein höherer Widerstandswert als im Eingangszweig. Die Gegenkopplung ist schwächer, die Schaltung hat einen höheren Verstärkungsfaktor. Kurz ausgedrückt: Wenn die Frequenz zunimmt, steigt der Verstärkungsfaktor der Schaltung, da die Impedanz von C2 einen gegen die Impedanz der Reihenschaltung R6/C3 geringeren Wert annimmt.
Schließlich Bild 8c. Für niedrige Frequenzen des Eingangssignals hat sich nichts geändert. Die Impedanzen der Kondensatoren sind groß gegen den Widerstandswert von R6, so daß zwischen dem Ausgang der Schaltung und dem Mischpunkt U1 der Schaltung einerseits und zwischen dem Eingang der Schaltung und U1 andererseits gleiche Widerstände wirksam werden. Die Schaltung hat wiederum den Nenn-Verstärkungsfaktor 1.

Bild 8. Die Funktion des Höheneinstellers wird hier anhand dreier Schaltungen erläutert, deren Unterschiede in der Einstellung des Potis R6 bestehen. Oben ist das Höheneinstellpoti in seiner Mittelstellung, in Bild 8b und 8c in jeweils einer der beiden Anschlagstellungen.





ild 9. Die Übertragungskennlinie des Verstärkers aus Bild 8 für verschiedene Einstellungen :s Potis R6. Die Kurven A, B und C korrespondieren mit den drei signifikanten Fällen, die Bild 8 dargestellt sind. Zwischeneinstellungen sind als gestrichelte Kurven eingezeichnet. :s werden mit dieser Schaltung somit nur die Frequenzen oberhalb 1 Kilohertz angehoben oder abgesenkt. Für den Bereich unterhalb 1 Kilohertz ist der Tiefeneinsteller zuständig. Bei 1 Kilohertz wirkt kein Einsteller, hier hat der Klangeinsteller seine „Norm-Verstärkung".

Nimmt die Frequenz des Eingangssignals zu, so verringert sich die Impedanz im Gegenkopplungszweig (C3) schneller als im Eingangszweig des Netzwerkes (C2+R6). Der Verstärkungsfaktor der Schaltung nimmt ab, er geht auf Werte unter 1 (Abschwächung gegenüber Null dB, negative dB-Werte).
Bild 9 zeigt die Übertragungskennlinien der Schaltung (untere Hälfte des Netzwerkes in Bild 5) für die drei besprochenen, definierten Stellungen des Höhen-Potis R6. Für die in Bild 8a dargestellte Situation gilt die „Kurve" A: der Frequenzgang ist linear, alle Frequenzen werden im gleichen Maße verstärkt.
Bringt man das Poti R6 in die Anschlagstellungen, so ergeben sich die Frequenzgänge B und C; von 1 Kilohertz an aufwärts werden die Signale mit zunehmender Frequenz zunehmend verstärkt oder abgeschwächt.

Zwischen den beiden Anschlagstellungen gibt es unendlich viele andere Einstellungen des Potis; zu jeder Einstellung gehört ein bestimmter Frequenzgang. In Bild 9 sind einige dieser Frequenzgänge als gestrichelte Linien dargestellt.

EINSTELLER FÜR DIE TIEFEN

In Bild 10 ist das obere, für die Tiefeneinstellung zuständige Netzwerk aus Bild 5, zusammen mit dem invertierenden Verstärker dargestellt, und zwar, wie in der Besprechung des Höheneinstellers, in drei signifikanten Situationen. Es gelten: R1 = R3, das Poti R2 ist linear und R4 kann in seinem Wert gegenüber R2 als vernachlässigbar angesehen werden.
In Bild 10a steht das Poti R2 in Mittelstellung, es gilt somit R2a = R2b. Aufgrund die-

ser Bedingung sind die beiden Impedanzen zwischen dem Ausgang und dem Mischpunkt (linke Seite von R4) einerseits und zwischen dem Eingang und dem Mischpunkt andererseits gleich groß, und zwar bei allen Frequenzen. Der Verstärkungsfaktor hat somit den Wert 1. Zwar beeinflußt der Kondensator mit seinem frequenzabhängigen „Widerstand" die beiden Impedanzen, sie ändern sich also, wenn sich die Frequenz des Eingangssignals ändert, aber sie tun es „gleichmäßig".

Bild 10b zeigt die Situation, bei welcher der Tiefen-Einsteller ganz nach rechts bis zum Anschlag gedreht ist. Für hohe Frequenzen hat der Kondensator eine niedrige Impedanz, so daß er den Potiwiderstand R2 praktisch kurzschließt. Da R4 zunächst außer Betracht bleibt, wie bereits R5 in Bild 8, liegt der Verstärkereingang für hohe Frequenzen am Knotenpunkt zweier gleicher Widerstände R1 und R3, so daß der Verstärkungsfaktor den Wert 1 hat.

Anders ist es bei Signalen mit niedrigen Frequenzen. Die Impedanz des Kondensators C1 hat dann einen höheren Wert, es kann nicht mehr von einem Kurzschluß des Potentiometers R2 gesprochen werden. Zu dem Widerstand R3 in der Gegenkopplungsleitung addiert sich noch ein Widerstand, dessen Betrag von der Frequenz abhängt. Somit ist der Gesamtwiderstand im Gegenkopplungszweig höher als der des Eingangszweiges. Die Gegenkopplung ist geringer, die Schaltung hat für die betrachteten niedrigen Frequenzen einen Verstärkungsfaktor über 1. Läßt man die Frequenz des Eingangssignals weiter abnehmen, so wird der Widerstand R2 immer mehr Einfluß bekommen, der Verstärkungsfaktor steigt noch weiter an.

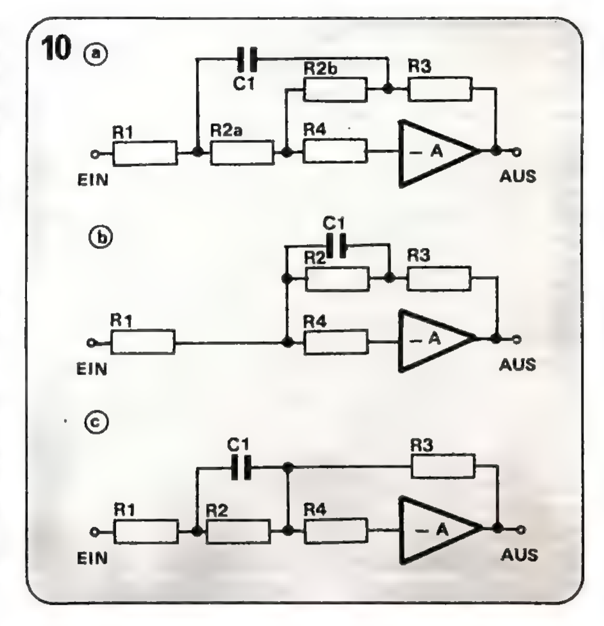


Bild 10. Der Tiefen-Einsteller des Baxandall-Netzwerks in drei verschiedenen Darstellungen . In Bild a steht das Poti R2 in Mittelstellung, es ist als zwei Festwiderstände R2a und R2b eingezeichnet, die natürlich gleiche Werte haben.

In Bild b liegt der Potiwiderstand vollständig im Gegenkopplungszweig, die tiefen Frequenzen des NF-Signals werden angehoben.

Das untere Bild zeigt den Fall, daß der Tiefen-Einsteller vollständig nach links gedreht ist; sein Widerstand (R2) liegt im Eingangszweig des Netzwerkes, die Gegenkopplung ist stärker, so daß die Tiefen abgesenkt werden.

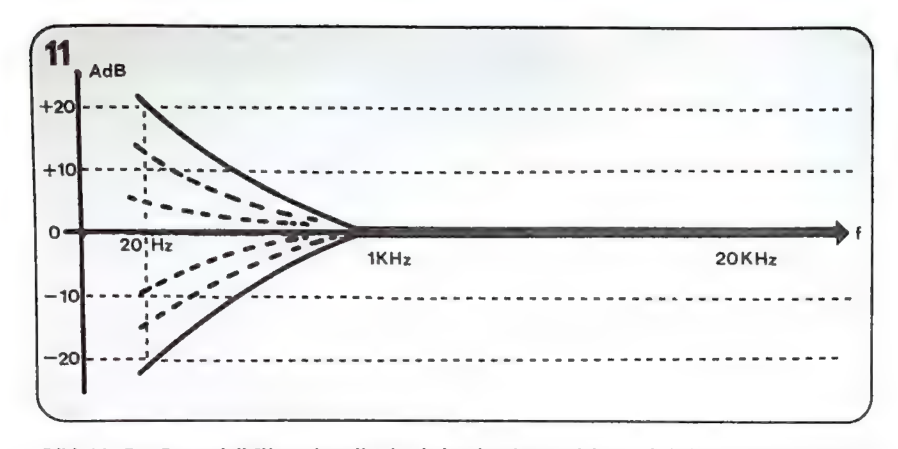
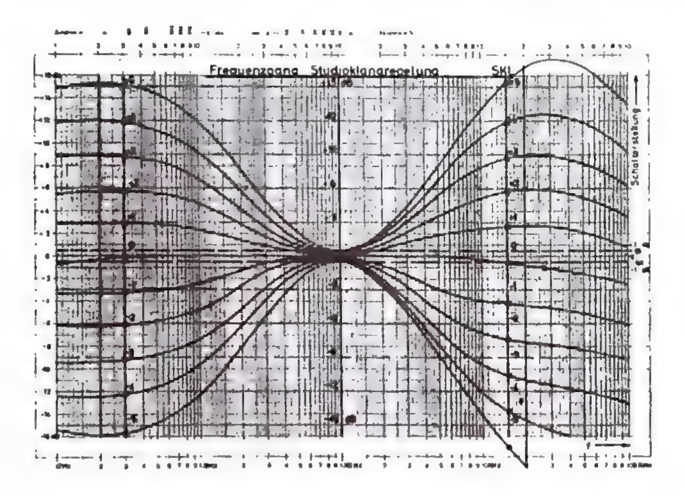


Bild 11. Der Baxandall-Klangeinsteller ist dadurch gekennzeichnet, daß die Einstell-Kennlinien symmetrisch zur Mittelstellung „linear" verlaufen. Anhebung und Absenkung der Tiefen önnen mit dem Poti in einem weiten Bereich, nämlich bis +/– 20 dB eingestellt werden.

in Beispiel aus der Praxis: die Kennlinienschar eines (guten) Baxandall-Klangeinstellers. Die Symmetrie der Einstellkennlinien ist auffällig, es zeigt sich aber auch, warum man im Laborjargon von „Kuhschwanz-Entzerrer" spricht. Quelle: RIM, SKL Studio-Klangeinstellmodul.



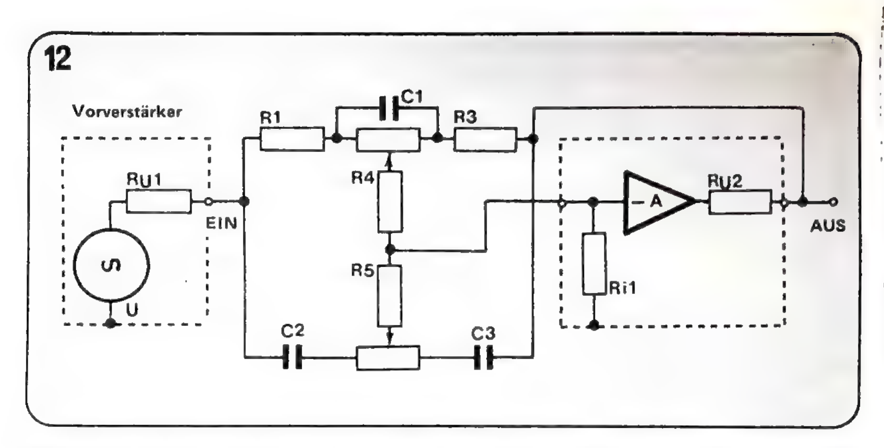


Bild 12. Diese Darstellung macht deutlich, warum der Eingang des Klangeinstellers aus einer niederohmigen Quelle (Vorverstärker) gespeist werden muß. Ist diese Forderung nicht erfüllt, dann wird der Klangeinsteller unsymmetrisch. Auch die Daten des Verstärkers A sind kritisch.

Bild 10c zeigt den anderen Extremfall. Hier liegt der Widerstand des Potis vollständig im Eingangszweig des Netzwerkes. Für hohe Frequenzen gilt jedoch, daß der Kondensator den Widerstand R2 kurzschließt. Nur R1 und R3 sind „im Spiel", sie haben gleiche Werte, so daß der Verstärkungsfaktor wiederum 1 ist.

Bei niedrigen Frequenzen nimmt die Impedanz des Kondensators zu, somit auch der Einfluß von R2 als Serienwiderstand zu R1. Im Eingangszweig ist der Gesamtwiderstand jetzt höher als im Gegenkopplungszweig. Das bedeutet: Die Verstärkung liegt unter 1, das Eingangssignal wird abgeschwächt.

Bild 11 zeigt den Einfluß des in Bild 10 dargestellten BASS-Einstellnetzwerkes auf den Frequenzgang. Auch hier sind wieder für mehrere Einstellungen des Potis die betreffenden Kurven angegeben.

ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN ZUM BAXANDALL – NETZWERK

Wie ein Blick auf Bild 5 zeigt, können beide Systeme, also die Netzwerke aus Bild 8 und Bild 10, ganz einfach zu einem Klangeinsteller für Höhen *und* Tiefen zusammengeschaltet werden. Die beiden Widerstände R4 und R5, die bisher als „nicht vorhanden" - genauer gesagt: als Kurzschlüsse - betrachtet wurden, treten im Rahmen der Zusammenfügung der beiden Hälften ihren Job an. Sie sorgen dafür, daß sich die beiden Netzwerke nicht gegenseitig beeinflussen. Sie können als Mischwiderstände betrachtet werden, über welche die Signale aus den Einstellschaltungen zusammen auf den gemeinsamen Verstärker geführt werden. Eine Mischung der Signale wäre auch hinter dem Verstärker möglich, dann müßten jedoch zwei Verstärker vorgesehen werden.

Wie die ausführliche Besprechung gezeigt hat, ist der symmetrische Aufbau des Baxandall-Klangeinstellers unbedingt erforderlich (R1 gleich R3, C2 gleich C3). Weicht man bei der Dimensionierung einer Schaltung von dieser Vorschrift ab, so ist in Mittelstellung beider Potentiometer der Frequenzgang nicht mehr linear.

Es gibt noch weitere Bedingungen für ein or-

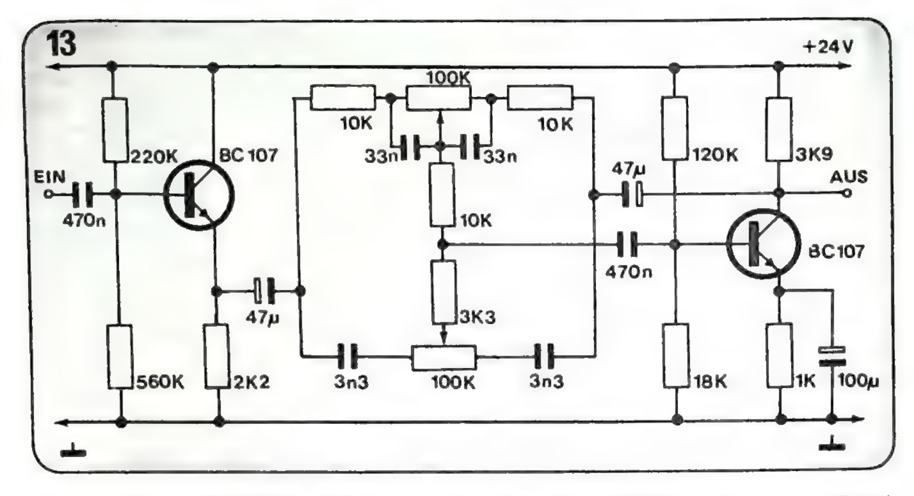


Bild 13. Ein Baxandall-Klangeinsteller mit angegebener Dimensionierung. Der erste Transistor ist ein Emitterfolger, er steuert das Netzwerk niederohmig. Der einstufige Verstärker rechts ist wegen der niedrigen Eingangs- und relativ hohen Ausgangsimpedanz nicht ideal.

.ntliches Funktionieren des Klangeinstellers. Bild 12 soll dies deutlich machen.
Der Eingang des Klangeinstellers ist mit dem Ausgang eines Vorverstärkers verbunden. Von dieser Funktionsgruppe erhält der Klangeinsteller das NF-Signal, das er verarbeiten soll. Der Vorverstärker hat einen bestimmten Innenwiderstand RU1. Dieser liegt z.B. in Reihe mit dem Widerstand R1 im oberen Teil des Klangeinstell-Netzwerkes. Auch der Ausgang des im Klangeinsteller selbst verwendeten Verstärkers A hat einen bestimmten Innenwiderstand RU2, der u.a. mit R3 eine Reihenschaltung bildet. Soll die Bedingung R1 = R3 aufrecht erhalten werden, so müssen auch die Widerstände RU1 und RU2 gleiche Werte haben. Dies ist jedoch eine Forderung, die sich nur schwer erfüllen läßt. Will man den Klangeinsteller z.B. mit einem vorhandenen Vorverstärker kombinieren, so müßte man zunächst den Innenwiderstand des Vorverstärkerausgangs messen und RU2 entsprechend anpassen. Das läßt sich nur von Fachleuten durchführen. Man kann das Problem aber sehr einfach umgehen, indem man dafür sorgt, daß beide Widerstände RU1 und RU2 sehr niedrig sind, so daß sie als Reihenwiderstände zu R1 bzw. zu R3 gar nicht mehr ins Gewicht fallen. Im Falle von RU2 hat man die Sache in der Hand, indem man den Ausgangsverstärker, eine Transistorstufe, entsprechend dimensioniert. Ein niedriger Steuerquellen-Innenwiderstand RU1 läßt sich mit einem Emitterfolger realisieren, den man einfach dem Klangeinsteller „vor die Nase" setzt und den man praktisch zum festen Bestandteil der Schaltung erklärt (siehe Bild 13).
Der Verstärker A in Bild 12 muß noch einer weiteren Forderung genügen, sein Eingangswiderstand Ri1 (Bild 12) soll nämlich möglichst hoch sein. Dieser Widerstand belastet das Netzwerk und kann zu einer unsymmetrischen Einstellkennlinie führen. Man sieht häufig Schaltungen, in denen die Anpassungsbedingungen nicht erfüllt sind.

EIN BAXANDALL – KLANGEINSTELLER FÜR DIE PRAXIS

Bild 13 zeigt eine Baxandall-Schaltung mit Angabe der Bauelement-Werte. Abschwächung und Anhebung betragen sowohl bei den Tiefen als auch bei den Höhen 20 dB (bei 20 Hertz und 20 Kilohertz).

Die Schaltung weicht in einer Hinsicht ab von der Darstellung in Bild 5. Der Kondensator C1 ist durch zwei Kondensatoren mit gleichen Kapazitätswerten (33 nF) ersetzt. Es gibt zahlreiche Varianten des Baxandall-Prinzips. Als Impedanzwandler im Eingang (Steuerung des Netzwerks aus einer sehr niederohmigen Quelle) dient der linke, als Emitterfolger geschaltete Transistor. Der zweite Transistor rechts in Bild 13 tut Dienst als Verstärker. Da bei einer solchen Transistorstufe zwischen Basis und Kollektor eine Phasenumkehr des Signals stattfindet, ist diese Stufe tatsächlich, wie erforderlich, ein invertierender Verstärker. Die Kondensatoren 47 µF und 470 nF sind Koppelkondensatoren, die nichts mit dem Prinzip zu tun haben.



THERMOMETER – NETZGERÄT – LADEGERÄT

Nur drei Baubeschreibungen elektronischer Geräte in einem Buch - das erscheint auf den ersten Blick reichlich wenig. Ein Urteil kann man sich jedoch erst dann erlauben, wenn man weiß, wie der Verfasser die Seiten „voll bekommen" hat. In diesem Fall ohne viel Klimmzüge, nämlich mit so ausführlichen Beschreibungen, daß auch für Elektronik-Neulinge ein erfolgreicher Nachbau möglich ist.

Den drei Hauptteilen des Buches sind Hinweise zum erforderlichen Werkzeug, zur Herstellung und Bestückung von Printplatten, zur Bearbeitung von Frontplatten und zum Selbstwickeln von Netztransformatoren vorangestellt.

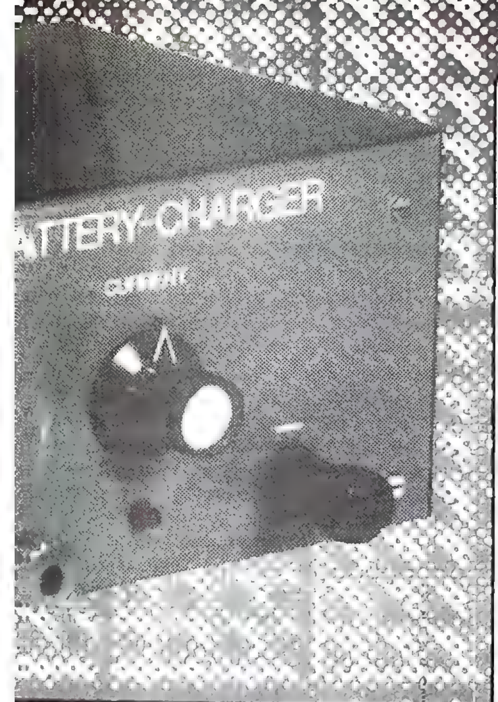
Das elektronische Thermometer hat einen Temperaturbereich von –20 °C bis +200 °C, einen recht großen Bereich also. Das einstellbare, stabilisierte Netzgerät „kann" 0,7 Volt bis 15 Volt und Null bis 10 Ampere. Das Ladegerät ist für NiCd-Zellen gedacht und läßt sich auf die Zahl der zu ladenden Zellen einstellen.

Alle Gerätebeschreibungen enthalten Stücklisten für den mechanischen und elektronischen Aufbau, Printlayouts und Bestückungspläne, aber auch vermaßte Bohrpläne für alle Gehäuseteile und Fotos der fertigen Geräte; diese Art der Darstellung hat Ähnlichkeiten mit der industrie-üblichen Dokumentation nach einer abgeschlossenen Geräteentwicklung.

Die Betonung liegt auf den praktischen Hinweisen für den mechanischen Aufbau, die Elektronik ist recht knapp gehalten. So fehlt beim Ladegerät das Blockschaltbild, das gerade in diesem Kapitel für das Verständnis der Schaltungsfunktion zweckmäßig wäre. Dafür gibt es eine umfangreiche Liste der NiCd-Zellen und ihrer elektrischen Daten, eine Zusammenstellung, die auch für erfahrene Hobbyelektroniker interessant und nützlich ist.

Thermometer - Netzgerät - Ladegerät. Von Hans Gath. 80 Seiten, 38 Bilder, viele Tabellen. Preis DM 8,–. Topp-Elektronik, Band 138. Frech-Verlag, Stuttgart, 1978.


Mit einste
Ladestro
matische
AKK
LAD



llbarem
und auto-
Abschaltung
AUTO-
U-
ER

Wie gut im Winter ein Auto gestartet werden kann, hängt von der Kondition des Akkus ab, denn an den „Kaltstarteigenschaften" des Fahrzeugs und an der Temperatur, auf die sich Motor und Akku abgekühlt haben, kann man so leicht nichts ändern. Wer immer alles für sein Auto tut, der hat einen neuen Akku, bevor es Schwierigkeiten gibt. Meist läßt man es „darauf ankommen", denn wenn der alte Akku über den Winter kommt, hat man meist ein ganzes Jahr gewonnen. Dabei kann es dann leicht passieren, daß man gelegentlich nachladen muß.

Aber auch zu anderen Jahreszeiten wünscht man sich manchmal einen Akku-Lader. Hat das Fahrzeug, das mit einem nicht mehr ganz neuen Akku ausgerüstet ist, längere Zeit gestanden oder hat man versehentlich die Beleuchtung nicht ausgeschaltet, dann tut sich oft nichts, wenn man startet.

Deshalb ist ein Akku-Lader kein Luxus, schon gar nicht, wenn man bedenkt, welchen kostspieligen Aufwand manche Autofahrer beim unnützen Snob-Zubehör treiben.

Das Untergrundfoto dieser Seite zeigt eine Bleiplatte aus einem Auto-Akku in starker Vergrößerung.

DAS PRINZIP DES ELEKTRONISCHEN AKKU–LADERS

Im normalen Sprachgebrauch heißt der Auto-Akku „Batterie“; elektrisch ist das Ding aber ein Akku. Wenn er in diesem Beitrag konsequent so genannt wird, dann nicht, um irgendwen vor den Kopf stoßen oder erzieherisch wirken zu wollen. Wir bitten die Leser, die sich betroffen fühlen, um Verständnis.

Beim Entwurf eines Akkuladers muß man sich zwischen einer sehr einfachen und preiswerten, aber mit einigen Nachteilen behafteten Ausführung und einer aufwendigeren, aber eben besseren Ausführung entscheiden. Die anspruchsvolleren Geräte gestatten die Einstellung des Ladestromes, schalten den Strom selbsttätig ab, wenn der Akku voll ist und enthalten wenig Leistungs-Elektronik.

Hier wird ein solches „besseres“ Gerät vorgestellt. Selbstverständlich wurde beim Entwurf darauf geachtet, daß der Nachbau der Schaltung trotz einer gewissen Komplexität der Elektronik einfach ist. Ist die Bestückung des Prints fertig, so sind an Verdrahtung nur die Verbindungen zum Trafo und zum Amperemeter des Ladestromes erforderlich.

Bild 1 zeigt die Prinzipschaltung eines einfachen Auto-Akkuladers. Auf einen „dicken“ Trafo Tr1 folgt eine Diode D1 als Gleichrichter. Während der positiven Halbwellen der Wechselspannung (am oberen Anschluß der Sekundärwicklung in Bild 1) fließt der Ladestrom über D1, die Sicherung F1, den Vorwiderstand R1 und das Amperemeter M1.

Eine solche Schaltung ist zwar einfach, aber unvollkommen. Der Ladestrom wird in seinem maximalen Wert begrenzt durch den Widerstandswert von R1 bzw., falls ein solcher strombegrenzender Widerstand nicht vorhanden ist, durch den Innenwiderstand des Transformators. Der Ladestrom ist weiterhin nicht einstellbar, so daß sein Wert von der der Akkuspannung (auch bei entladenem Akku) abhängt. Je niedriger die Spannung des entladenen Akkus ist, um so höher ist der Entladestrom.

Dabei wird der Einfachheit halber - das ist hier wörtlich zu nehmen - außer Acht gelassen, daß es für Akkus (auch für Autoakkus) eine Ladevorschrift gibt, die einen maximal zulässigen Ladestrom benennt: Der Ladestrom (in Ampere) soll nicht höher sein als ein Zehntel der Akkukapazität.

Die Akkukapazität wird in Amperestunden gemessen und angegeben (Ah); so kann z.B. ein Akku mit der Kapazität 30 Ah 30 Stunden einen Strom von 1 Ampere liefern oder 6 Stundan 5 Ampere usw. Der als Beispiel gewählte Akkutyp mit 30 Ah darf nach obiger Faustregel demnach mit einem Ladestrom von maximal 3 Ampere geladen werden (1/10 des Ah-Wertes).

Ein weiterer Nachteil der Schaltung Bild 1 besteht darin, daß der Ladevorgang solange stattfindet, bis man die Verbindung zwischen Akku und Ladegerät unterbricht. Bekanntlich darf man einen Akku nicht überla-

Bild 1. Prinzip eines preiswerten, nicht-elektronischen Akkuladers mit Gleichrichterdiode.

den. Treibt man die Sache zu weit, dann beginnt es in den Zellen zu brodeln. Das ist weniger schlimm wegen der austretenden Säurespritzer, entscheidender ist die Tatsache, daß die Platten in den Zellen sich verbiegen. Kurz: Der einzige Vorteil der Schaltung in Bild 1 ist ihr relativ niedriger Preis.

Bild 2 zeigt die Blockschaltung des elektronischen P.E.-Akkuladers. Elektronisch, weil der Ladevorgang mit nicht unerheblichem Aufwand an elektronischen Mitteln unter Kontrolle gehalten wird.

Der fett eingezeichnete Hauptstromkreis zeigt weitgehende Übereinstimmung mit der in Bild 1 besprochenen Schaltung. Der Leistungswiderstand R1 ist entfallen, anstelle der Gleichrichterdiode befindet sich jetzt die steuerbare Diode D1, nichts anderes als ein gewöhnlicher Thyristor.

Zwei Funktionsblocks sorgen für die Kontrolle und Steuerung des Ladevorgangs. Der als Steuerkreis bezeichnete Block schaltet den Thyristor in der Weise, daß in der Zeiteinheit eine bestimmte „Menge" elektrischer Energie vom Trafo zum Akku fließt. Der Block „Ende Ladung" beobachtet elektronisch die Akkuspannung und beendet den Ladevorgang, wenn die Akkuspannung den Wert 14,4 Volt erreicht hat; dieser Wert gilt (während des Ladens) für 90% Ladekapazität.

Die Schaltung hat eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Lichtdimmer. Mit dem Thyristor wird der Verbraucher (der Akku) intermittierend an die Speisespannung geschaltet. Es werden aufgrund der Diodenwirkung des Thyristors natürlich nur die positiven Halbwellen der sekundären Trafo-Wechselspannung verwertet. Läßt man nur einen kurzen Teil der positiven Halbwelle zum Akku durch, so hat der Ladestrom im Mittel einen geringen Wert. Macht man das Thyristor-Tor für einen läangeren Teil der Halbwelle auf, so ist der mittlere Ladestrom höher. Ein kurzer Stromstoß zur rechten Zeit auf das Gate, den Steueranschluß des Thyristors, macht das Tor auf.

In den nächsten Abschnitten wird die Funktion der Baugruppen im Detail beschrieben.

DER IMPULSFORMER

Soll der Thyristor für eine bestimmte Zeit während der positiven Halbwelle in den Leitzustand gesteuert werden, dann muß man zunächst in Erfahrung bringen, wann diese Halbwelle genau beginnt. Es ist zur Steuerung deshalb ein Impulsformer erforderlich, der beim Beginn der Halbwelle einen Impuls erzeugt.

Bild 3 zeigt die Schaltung. Es sei bereits jetzt auf die Grafik in Bild 7 hingewiesen, die sich auf die zeitlichen Abläufe in der Schaltung bezieht.

Die Basis des Transistors T1 liegt über Widerstand R1 an einer der beiden Trafoanschlüsse, der Emitter an dem anderen Anschluß. Der Kollektor dieses Halbleiters ist über R2 mit der Speisespannung verbunden; wie diese Spannung erzeugt wird, zeigt ein späterer

Bild 2. Der elektronische Akkulader hat eine Thyristorsteuerung und eine Ladeabschaltung.

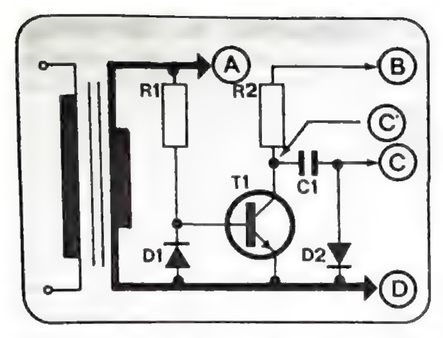


Bild 3. Der Impulsformer erzeugt einen Impuls, wenn die positive Halbwelle startet.

Abschnitt. Der untere Anschluß des Trafos ist mit der Masseleitung der Schaltung verbunden.

Wenn der obere Trafoanschluß positiv ist (positive Halbwelle), dann fließt ein Strom über R1 in die Basis des Transistors, der somit in den Leitzustand geht. Die Kollektorspannung hat in dieser Phase den Wert Null Volt (Punkt C'). Dieser Zustand bleibt für die Dauer der positiven Halbwelle bestehen.

Sobald die negative Halbwelle beginnt, sperrt T1, seine Kollektorspannung geht auf den Wert des Speisespannungspotentials (B). Die Diode leitet, der Strom fließt über D1, R1. Wenn die Diode leitet, kann die Spannung zwischen Basis und Emitter des Transistors nicht höher werden als -0,7 Volt; somit ist der Transistor gegen zu hohe, eventuell zerstörerische negative Basis/Emitter-Spannung wirksam geschützt. Die Bauelemente C1/D2 sorgen dafür, daß aus der Rechteckspannung am Kollektor, die dort dank der Halbwellen-Steuerung des Transistors entsteht, spitze Impulse werden, die immer am Anfang der positiven Halbwelle am oberen Trafoanschluß auftreten.

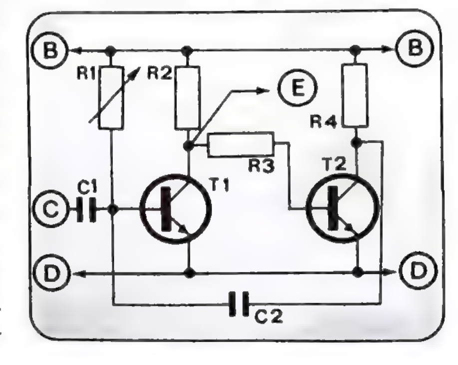
Der Kondensator hat eine geringe Kapazität, seine Impedanz (Wechselstromwiderstand) ist hoch, so daß nur die höchsten Frequenzen, die im Kollektor-Rechtecksignal enthalten sind, übertragen werden; diese hohen Frequenzen entstehen aufgrund der schnellen Übergänge der Kollektorspannung zwischen den beiden Potentialen. Da der Transistor zwischen Basis und Kollektor invertiert, entstehen hinter dem Kondensator zu Beginn der positiven Halbwellen negative Nadelimpulse und umgekehrt. Die negativen werden benötigt, sie kennzeichnen schließlich den Beginn der positiven Halbwelle am oberen Trafoanschluß; die postiven Nadelimpulse entstehen erst gar nicht, weil die Diode D2 für positive Spannung am Kondensator einen Kurzschluß bildet.

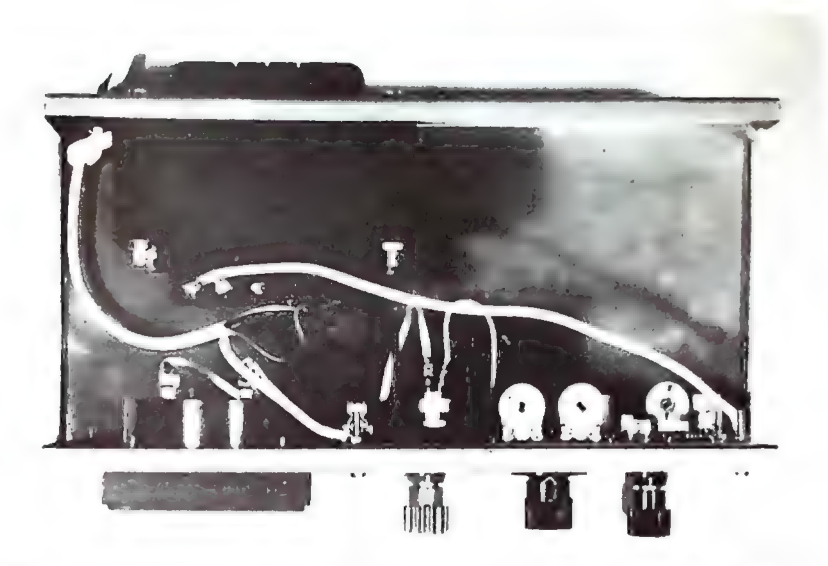
Die Grafik Bild 7 zeigt in der Zeile UC, daß die positiven Nadelimpulse weitgehend unterdrückt werden, außerdem, daß die negativen Impulse mit dem Beginn der positiven Halbwelle UA zeitlich zusammenfallen.

DER MONOSTABILE MULTIVIBRATOR

Bei der Thyristorsteuerung geht es letzten Endes darum, den mittleren Ladestrom einstellen zu können. Da ein Thyristor, wenn er erst einmal leitet, nur durch spezielle Maßnahmen oder durch Verringern des Haltestroms zum Sperren gebracht werden kann, macht man es meist so, daß das Ende einer

Bild 4. Der Monostabile Multivibrator erzeugt zu Beginn der positiven Halbwelle einen Impuls mit einstellbarer Impulsdauer.





Halbwelle die Leitphase automatisch beendet; der Haltestrom geht, wie die geschaltete Spannung, durch Null, der Thyristor sperrt. Soll eine Phasenanschnittsteuerung bei einer solchen Konstruktion durchgeführt werden, dann muß der Beginn der Leitphase gesteuert werden, er fällt somit nicht mit dem Beginn der Halbwelle zusammen.

Deshalb folgt auf den Impulsformer ein monostabiler Multivibrator. Er erzeugt zu Beginn jeder Halbwelle einen Impuls, dessen Dauer einstellbar ist. Das Ende dieses Impulses bestimmt, wie sich später zeigen wird, den Beginn des Leitzustandes beim Thyristor.

Ein „Monostabiler" (MMV) erzeugt seine Impulse nicht von alleine, sondern muß getriggert werden. Die Nadelimpulse vom Impulsformer triggern den MMV, die Impulsbreite ist mit Widerstand R1 (Bild 4) einstellbar.

Die Basis von Transistor T1 ist der Eingang der Schaltung, sie erhält über den Kondensator C1 das Steuersignal vom Impulsgeber. Solange das nicht passiert, ist der MMV in seinem stabilen Zustand, T1 leitet, denn seine Basis liegt über Widerstand R1 an der Speisespannung B. Die Kollektorspannung ist niedrig, weil der Halbleiter leitet; somit kann über R3 kein Strom in die Basis von T3 fließen, T3 sperrt also. Der Ausgang des MMV ist Punkt E, am Kollektor von T1. Im Ruhezustand ist dieser Punkt auf Null Volt.

Ein negativer Nadelimpuls am Ausgang des Impulsformers in Bild 3 wird über C1 auf die Basis von T1 übertragen, dieser Transistor sperrt nun, seine Kollektorspannung steigt schlagartig auf den Betrag der Speisespannung an. Über R3 fließt nun Strom in die Basis von T2, so daß dieser jetzt leitet. Bei dieser Änderung des Zustandes von T2 geht seine Kollektorspannung, die vorher positiv war, nach Null. Der Kondensator C2 überträgt den Spannungssprung auf die Basis des ersten Transistors. So wird von „hinten" der Vorgang in T1, der diesen Transistor zum Sperren brachte, weiter unterstützt. Die Basis von T1 bleibt noch einige Zeit negativ,

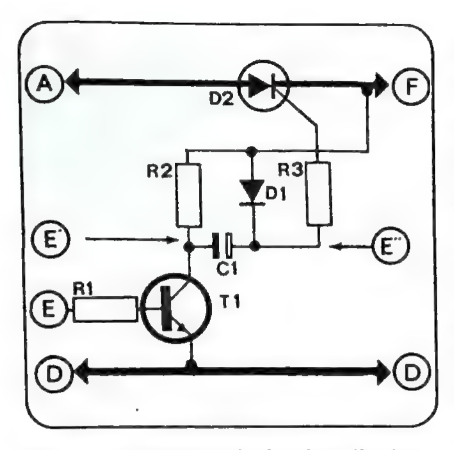


Bild 5. Die Steuerstufe für den Thyristor.

nachdem der auslösende Nadelimpuls längst verschwunden ist. Aber das Ende naht; der linke Belag von Kondensator C2, zunächst noch negativ geladen, ist über R1 mit dem Pluspol der Speisespannung verbunden, der Kondensator lädt sich langsam auf. Von der Einstellung des Widerstandes R1 hängt die Ladestromstärke (C2) ab, und von dieser Stromstärke wiederum die Zeitdauer, bis der linke Belag von C2 und somit auch die Basis von T1 wieder so weit positiv sind, daß T1 in den Leit- (Ruhe-) Zustand zurückkehrt. Wenn es soweit ist, geht auch T2 unmittelbar in den Sperrzustand. Zwar kommt dann über C2 noch ein positiver Impuls auf die Basis von T1, er bewirkt aber nichts mehr, die Spannung ist hier bereits positiv.

Zusammenfassung: Zu Beginn jeder positiven Halbwelle der Trafospannung entsteht an Punkt E im MMV ein positiver Rechteckimpuls, dessen Impulsbreite (zeitliche Dauer) mit R1 einstellbar ist.

DIE THYRISTOR–STEUERSTUFE

Wenn man aufmerksam die Grafiken in Bild 7 betrachtet, wird man feststellen, daß die Ausgangsspannung UE des MMV die Verzögerung bringt, die zur Steuerung des Thyristors erforderlich ist. Der Augenblick, in dem der Impuls seinen Sprung von Plus nach Null macht, ist wählbar für jeden Zeitpunkt der positiven Halbwelle der Trafospannung. Invertiert man die Spannung UE, so erhält man eine Impulsspannung, die zu einem beliebig wählbaren Zeitpunkt nach dem Start der positiven Halbwelle einen Sprung von Null nach Plus macht, eine sogenannte positive Impulsflanke. Deshalb folgt auf den MMV aus Bild 4 zunächst eine Umkehrstufe mit einem Transistor.

Es gibt aber noch mehr zu tun, wie Bild 5 zeigt. Die Kathode des Thyristors, Punkt F in Bild 5 liegt an der positiven Klemme des Akkus; die Speisespannung für die Elektronik des Akkuladers wird von demselben Schaltungspunkt bezogen, und das ist ein großes Problem. Die Elektronik müßte dem Steueranschluß des Thyristors einen Impuls geben, der positiver ist als ihre eigene Speisespannung, um den Thyristor zu zünden. Woher nehmen?

Es gibt einen Trick, den Bild 5 zeigt. Der Kollektorwiderstand des Transistors T1 liegt wie üblich an der Speisespannung, die Basis liegt über R1 am Ausgang des MMV. Wenn der Eingang E auf Null Volt liegt, hat der Kollektor das Potential der Speisespannung (Akkuspannung). Der Transistor invertiert, dies zeigt auch anschaulich die Grafik in Bild 7 (E und E'). Die Diode D1 bewirkt, daß der rechte Belag des Elkos C1 immer mindestens so positiv ist wie die Speisespannung, sie läßt es aber zu, daß diese Seite des Elkos unter Umständen noch positiver wird. Für die geeigneten Umstände ist gesorgt. Solange der Transistor leitet, liegt die linke Seite des Elkos auf Null, rechts steht, wie erwähnt, die volle Speisespannung. Sobald nun der Transistor sperrt, gibt es am Kollektor einen positiven Sprung der Spannung. Dieser Sprung wird vom Kondensator spontan übertragen, so daß sich die Sprungamplitude in Höhe der Speisespannung zu dem bereits an der rech-



ten Seite des Elkos vorhandenen Potential (ebenfalls Speisespannung) addiert! Hier entsteht also kurzzeitig eine Spannung mit einem Spitzenwert weit über der Speisespannung.

In diesem kurzzeitigen Zustand sperrt die Diode D1, denn ihre Kathode ist positiver als die Anode. Statt dessen kann jetzt ein Strom über Widerstand R3 in die Steuerstrecke des Thyristors fließen, da das Gate positiv gegen die Kathode ist. Der Thyristor zündet.

Diesen Trick, häufig als „Klemmschaltung" bezeichnet, kann man nur mit Wechselspannungen treiben. So kann man auch die Spannungsverdopplerschaltung, die man oft im Netzgleichrichter elektronischer Geräte findet, als Klemmschaltung auffassen.

Zusammenfassung: Die Diode D1 bewirkt eine Vorpolarisierung des Elkos, so daß die Impulspannung zu dem bereits vorhandenen Potential addiert wird. Da die Polarisationsspannung den Betrag der Speisespannung hat und der Thyristor mit seiner Kathode ebenfalls auf Speisespannung liegt, entsteht an der Steuerelektrode eine noch höhere Spannung, die den Thyristor zündet.

ZÜNDEN DES THYRISTORS

Mit den Schaltungen Bild 3, 4 und 5 ist die relativ aufwendige, aber elektronisch auch sehr zuverlässige Steuermimik für den Thyristor komplett. Die beste Zusammenfassung der Funktionen zeigt die Grafik Bild 7. Deutlich ist hier zu sehen, daß sich die Steuerspannung UE" des Thyristors, genauer gesagt: die positive Impulsflanke, die den Thyristor zündet, im zeitlichen Bereich der positiven Halbwelle der Spannung UA verschieben läßt (Pfeil), ermöglicht durch eine veränderliche Impulsbreite des MMV-Signals UE.

Zwischen den aufeinander folgenden Zündvorgängen ist die Spannung UF am Akku konstant auf einem Wert, den ein mit dem Akku verbundenes Zeigerinstrument angeben würde. Sobald der Thyristor leitet, verbindet er Trafo und Akku, es fließt ein kräftiger Strom vom Trafo über den Thyristor zum Akku. In dieser Zeit ist die Akkuspannung höher. Wenn die positive Halbwelle der Trafowechselspannung ihren Höhepunkt (Spitzenwert der Wechselspannung) überschritten hat, erreicht sie noch vor dem Übergang zur negativen Halbwelle einen Momentanwert, der unter der Akkuspannung liegt. In diesem Moment sperrt der Thyristor, weil seine Anode nicht mehr positiv gegen die Kathode ist.

Aus der Beschreibung des Ladevorgangs folgt, daß der Akku nur während ziemlich kurzer Zeiten geladen wird. Es entfällt nämlich nicht nur die Zeit der negativen Halbwelle, auch die andere „Hälfte" der Zeit, die positive Halbwelle, läßt sich nicht voll nutzen. Auch wenn der astabile Multivibrator auf höchste Impulsbreite eingestellt ist, entfällt zu Anfang und am Ende der positiven Halbwelle der Zeitraum, in welchem die Trafospannung unter der Akkuspannung liegt.

Damit ist klar, daß beim Laden sehr hohe Impulsströme fließen müssen, wenn der mittlere Ladestrom z.B. 5 Ampere betragen soll. Der Thyristor wird zwar leistungsmäßig

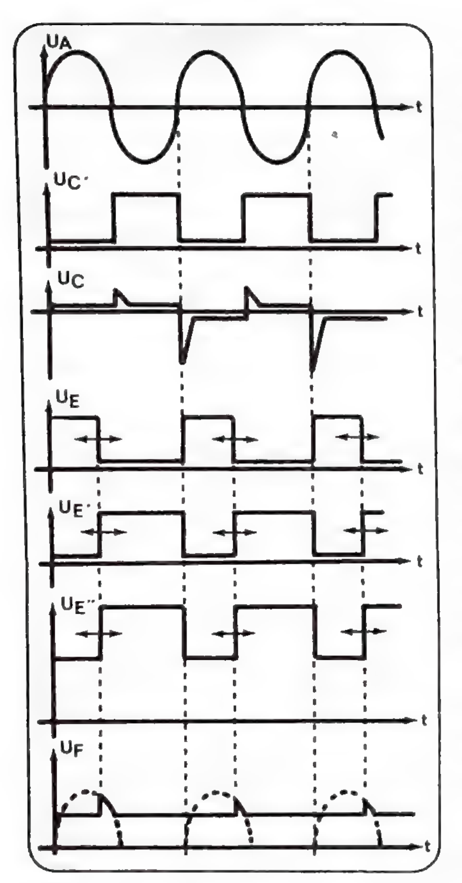


Bild 7. Die Impulsdiagramme zeigen sehr anschaulich die Aufgaben der einzelnen Funktionsgruppen im P.E.-Akkulader und ihr Zusammenwirken.

nicht höher belastet, als einer, der etwa in einem Gleichstromkreis tagelang 5 Ampere verkraften muß, aber die hohen Impulsströme sind ein weiteres Kriterium bei der Auswahl des Thyristortyps.

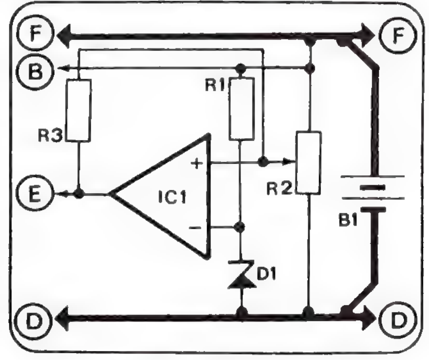
DIE „LADEN ENDE" – SCHALTUNG

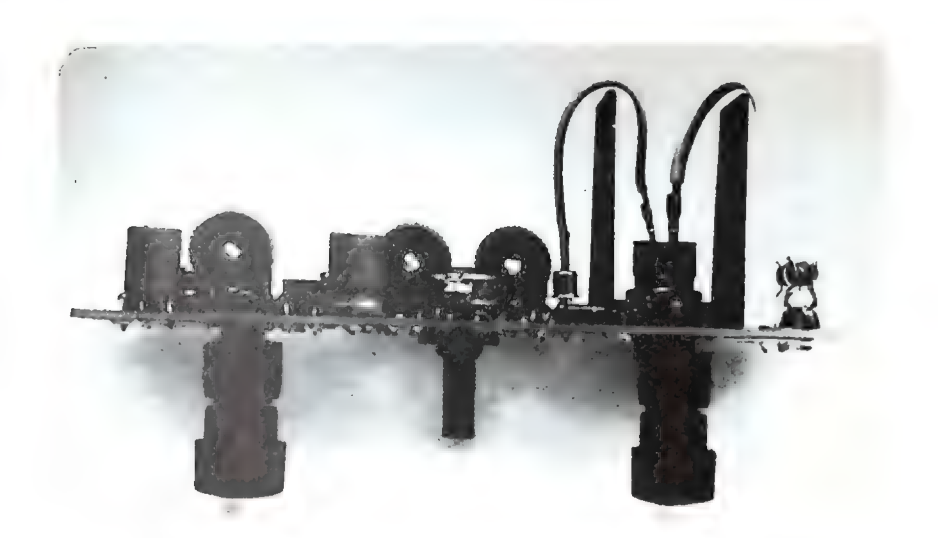
Wie es einleitend bereits hieß, muß man den Ladevorgang beenden, wenn die Spannung auf einen bestimmten Wert angestiegen ist. Diese Spannung ist für alle 12 Volt-Bleiakkus gleich. Aus hygienischen Gründen ist im P.E.-Lader als Endwert (während des Ladens) eine Spannung von 14,4 Volt vorgesehen, bei diesem Wert ist die Gasentwicklung noch nicht so stark, und es fließt noch nicht die Säure aus dem Akku.

Die Schaltung, mit der der Ladevorgang im richtigen Moment gestoppt wird, ist in Bild 6 angegeben. Es handelt sich hier um einen als Komparator (Vergleicher) geschalteten Operationsverstärker (IC1), der die Spannung über den Akkuklemmen mit einer konstanten Spannung vergleicht. Wenn beim Laden die Vergleichsspannung erreicht wird, erscheint am Ausgang des OpAmp eine Spannung, die den Thyristor-Steuerkreis außer Funktion setzt.

Der negative, invertiernde Eingang des IC1 wird mit Hilfe einer Zenerdiode auf eine konstante Spannung eingestellt. Der positive Eingang liegt an einem Spannungsteiler, der

Bild 6. Die Laden-Ende-Schaltung besteht aus einem als Komparator geschalteten Operationsverstärker IC1.





von der Spannung über dem Akku gespeist wird. Der Komparator hat eine Ausgangsspannung von Null Volt, wenn die Spannung am positiven Eingang niedriger ist als am negativen Eingang, also während des Ladens. Sobald die Spannung den Wert der Vergleichsspannung erreicht, schaltet der Komparator seinen Ausgang um, hier erscheint ein positives Potential, das fast die Höhe der Speisespannung erreicht.

Damit dürfte klar sein, um was es geht. Solange der Akku noch nicht ausreichend aufgeladen ist, hat der Ausgang des OpAmps die Spannung Null Volt. Beim Laden steigt die Akkuspannung, und es tritt zu einem bestimmten Zeitpunkt Gleichheit der Spannungen an den beiden OpAmp-Eingängen ein. Der OpAmp-Ausgang geht auf positives Potential. Mit diesem Punkt ist die Basis des Transistors T1 aus Bild 5 verbunden. Dank des hohen Potentials leitet dieser Halbleiter und unterbricht das Invertieren der Impulse, die er aus dem MMV erhält. Somit gibt er auch keine Steuerimpulse mehr auf den Thyristor. Der Thyristor ist nun auf Dauer gesperrt, der Ladevorgang ist beende Mit dem Poti R2 in Bild 6 kann man d Spannung am positiven Eingang des OpAm] so einstellen, daß der Ladevorgang beende. wird, wenn die Spannung am Akku den Wert 14,4 Volt erreicht.

Ein Bauelement - Widerstand R3 - und das Problem, das ihn erforderlich macht, sind noch zu besprechen. Stoppt der Ladevorgang, so fällt die Akkuspannung von den angestrebten 14,4 Volt in kurzer Zeit auf etwa 12,5 Volt; das ist eine allgemeine Erscheinung bei Akkumulatoren und hat nichts mit dem Ladegerät zu tun. Ohne besondere Maßnahmen würde der Ladevorgang nach dem Abschalten wieder einsetzen, das Gespann Akku/Ladegerät würde niederfrequente Schwingungen veranstalten: Mit R3 wird diese unerwünschte Erscheinung verhindert. Solange die Ausgangsspannung des OpAmps Null ist, hat R3 keinen prinzipiellen Einfluß; er liegt dann parallel zum unteren Teilwiderstand des Spannungsteilers R2, jedoch kann sein Einfluß durch eine „Korrektur“ der Einstellung von R2 kompensiert werden.

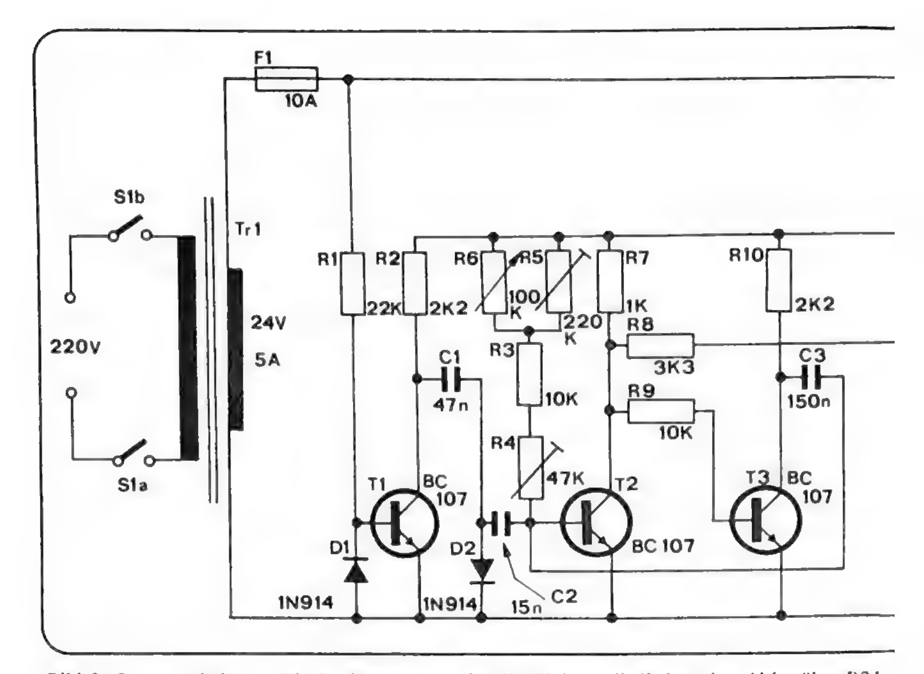


Bild 8. Gesamtschaltung. Die Speisespannung für die Elektronik liefert der Akku über R21.

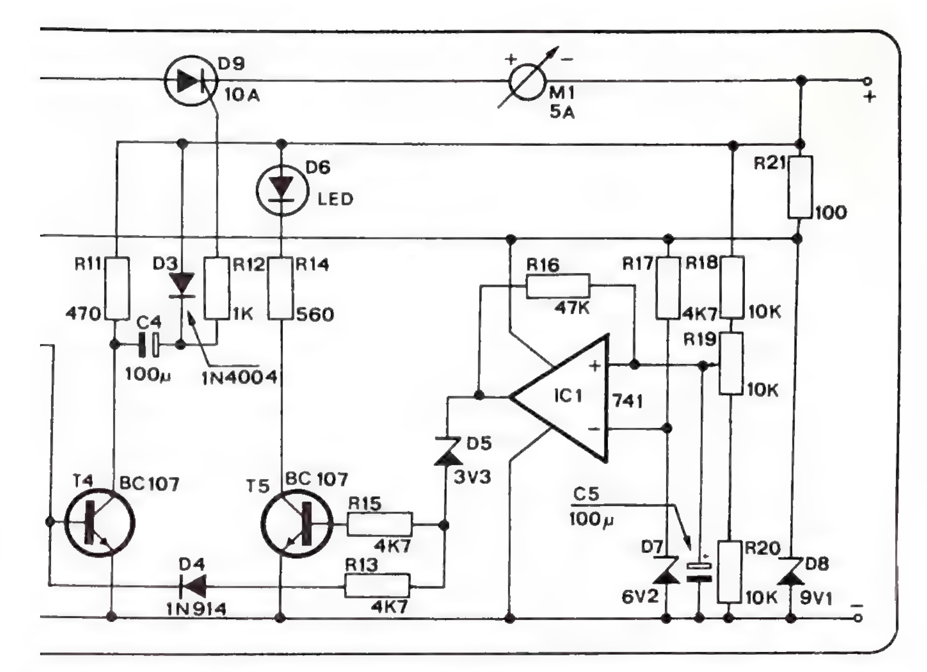
Entscheidend ist der Einfluß von R3 beim Schalten des Komparators. Die Ausgangsspannung nimmt ein hohes Potential an. Die Rückführung vom Ausgang über R3 auf den postiven Eingang, der soeben das Referenzpotential erreicht hat, erhöht die Spannung hier nochmals um einen kleinen Betrag. Die Akkuspannung fällt jetzt, da der Ladevorgang beendet ist, auf den bereits genannten Wert von 12,5 Volt ab, aber der positive Eingang hat ein ausreichend hohes Potential, so daß das Ladegerät abgeschaltet bleibt. Erst wenn die Spannung des Akkus durch Entladung auf ca. 12, 2 Volt gefallen ist, schaltet das Ladegerät wieder ein, weil die Spannung am positiven Eingang des Komparators unter den Betrag der Referenzspannung gefallen ist.

Man kann den Akku somit fest mit dem Ladegerät verbinden; der Ladevorgang wird selbsttätig beendet. Erst wenn der Akku zum Teil entladen ist, schaltet der Lader wieder ein.

GESAMTSCHALTBILD

Die Teilschaltungen aus den Bildern 3, 4, 5 und 6 sind in Bild 7 zusammengefaßt, dabei wurden einige zusätzlich erforderliche Bauelemente berücksichtigt.

Die Stufen mit den Transistoren T1 bis T4 bilden den Impulsformer, den MMV und den Thyristor- Steuerkreis. In diesem Bereich gibt es nur im Multivibrator eine Änderung. Das Poti R6, das zur Impulsbreiteneinstellung dient und somit den mittleren Ladestrom bestimmt, ist zusätzlich mit Wider-



ständen beschaltet. So liegen ein Widerstand R3 und ein Trimmer R4 in Reihe zu R6, ein weiterer Trimmer R5 liegt parallel zu R6. Mit den Trimmern lassen sich die Grenzen einstellen, zwischen denen die Ladestromeinstellung mit R6 funktionieren soll. Vorgesehen ist als untere Grenze ein Wert von Null Ampere, als obere Grenze 5 Ampere.

Im Bereich des Operationsverstärkers gibt es ebenfalls Erweiterungen. Am Abgriff des Potentiometers liegt ein Elko C5; während des Ladens entstehen 50mal je Sekunde Spannungsspitzen über den Akkuklemmen, die eine höhere Spannung haben und somit gegen Ende des Ladevorgangs über dem Wert liegen, bei dem der Lader abschalten soll. Der Elko glättet die Spannung.

Der Ausgang des OpAmps steuert die Stufe T4 nicht unmittelbar, sondern über eine Zenerdiode D5. Dieses Bauelement kompensiert eine schlechte Eigenschaft des OpAmps. Desssen Ausgangsspannung ist, wenn sie niedrig sein soll, nämlich nicht genau Null Volt, sondern etwas positiv. Die Z-Diode ist eine „künstliche" Schwelle, die von der Ausgangsspannung des OpAmps erst einmal überwunden sein will. D5 kann somit erst leiten, wenn die Ausgangsspannung auf einen höheren Wert als 3,3 Volt ansteigt; das passiert aber nur dann, wenn der OpAmp-Ausgang tatsächlich auf den positiven Wert umschaltet. Am OpAmp-Ausgang, ebenfalls hinter der Z-Diode, liegt die zusätzliche Stufe T5, die eine LED D6 steuert, und zwar dann, wenn der OpAmp umgeschaltet hat, also nach dem Ende des Ladens. Sie zeigt somit „Akku voll" an. R15, R13 und D4 trennen die Stufen T4 und T5, damit sie sich nicht beeinflussen.

Die Speisespannung für die Elektronik ent-



steht über R21 an der Z-Diode D8. Nicht aus dieser „Spannungsquelle" gespeist werden: die Thyristor-Steuerstufe, der positive Eingang des OpAmps und die LED-Stufe. In den beiden erstgenannten Fällen ist die unmittelbare Verbindung mit dem Akku aus Gründen der Funktion erforderlich; für die LED-Stufe gilt, daß sie die mit D8 konstruierte Spannungsquelle unnötig stark belasten würde.

BESTÜCKEN DES PRINTS

Bild 9 und 10 auf der nächsten Seite zeigen das Printlayout und den Bestückungsplan für den Akkulader.

Nach dem Einbau des bestückten Prints in ein Gehäuse ist die Kupferseite vorne. Deshalb werden die beiden großen Apparateklemmen für den Anschluß des Akkus auf der Kupferseite montiert, die Befestigungsschraube befindet sich somit auf der Bestükkungsseite. Auch die Achse des Potis R6 erhebt sich über der Kupferseite, wie auch die LED. An die Lötlippen des Potis kommen zunächst drei kurze Stücke aus blankem Draht, die man beim montieren des Bauteils von der Bestückungsseite her durch die Bohrungen fädelt und dann anlötet. Aus Bild 11 geht hervor, daß die abgeplattete Seite der LED die Kathode kennzeichnet. Der Thyristor, der in der Stückliste angegeben ist, hat ein TO-48 Gehäuse, dessen Form und Anschlußbelegung ebenfalls in Bild 11 zu sehen sind. Dieses Bauteil wird zusammen mit dem Kühlwinkel auf den Print geschraubt. Anschließend verbindet man Kathode und Gate über kurze Drahtstücke mit den betreffenden Lötpunkten des Prints. Das Drahtstück für die Kathodenverbindung muß aus dickem Draht (Litze) bestehen, hier kann z.B. ein Stück Kabel aus einem 10 Ampere-Netzkabel verwendet werden.

Über die extra breiten Kupferbahnen des Prints fließt der Ladestrom. Es ist erforderlich (am besten vor dem Bestücken), eine möglichst gleichmäßig dicke Zinnschicht auf diese Verbindungen aufzulöten; tut man das nicht, so erzeugt der Ladestrom später an diesen Leiterbahnen sehr viel Wärme, die den ganzen Print erheblich aufheizt.

GEHÄUSEEINBAU

Welche Abmessungen das Gehäuse minimal haben muß, hängt von den Abmessungen des Trafos und Instrumentes ab. Was es an geeigneten Transformatoren gibt, liegt in dem weiten Preisbereich von DM 25,- bis DM 55,-. Nach unserer Erfahrung findet sich mit grosser Wahrscheinlichkeit ein geeigneter und auch preiswerter Typ unter den Sonderangeboten des Handels.

Wie das Foto auf Seite 45 zeigt, wurde beim Labormodell der Trafo in die Rückwand des Gehäuses „eingelassen". Diese Montage war aus Platzgründen erforderlich, um ein vorhandenes Gehäuse verwenden zu können, aber es gibt noch einen weiteren Vorteil: Das Gehäuse trägt zur Wärmeabfuhr vom Blechpaket bei. So wird das gesamte Gehäuse zur Kühlung benutzt.

Das Foto auf Seite 45 zeigt auch, wie einfach die Montage ist. Sind alle Löcher und Durchbrüche fertig, ist das Gehäuse gestrichen oder lackiert und hat man noch die Beschriftung der Frontseite mit z.B. Abreibesymbolen angefertigt, dann kann der Print mit 5 mm Abstandsröhrchen angeschraubt werden. Das Instrument fühlt sich auf der linken Seite am wohlsten, weil hier die erforderlichen Drahtverbindungen kurz bleiben können.



Die gesamte Verdrahtung besteht übrigens aus nur fünf Verbindungen. Das Netzkabel wird unmittelbar an die Anschlüsse der Primärwicklung des Trafos angelötet, ein Netzschalter kann nach Wunsch vorgesehen werden, ist aber nicht erforderlich. Das Netzkabel muß natürlich ordentlich zugentlastet werden. Von der Sekundärwicklung des Trafos führen zwei dicke (10 Ampere-) Leiter zu den Wechselspannungsanschlüssen auf dem Print. Zwei möglichst kurze, aber ebenso kräftige Draht- oder Litzenenden zwischen Print und Instrument bilden den Rest der Verdrahtung.

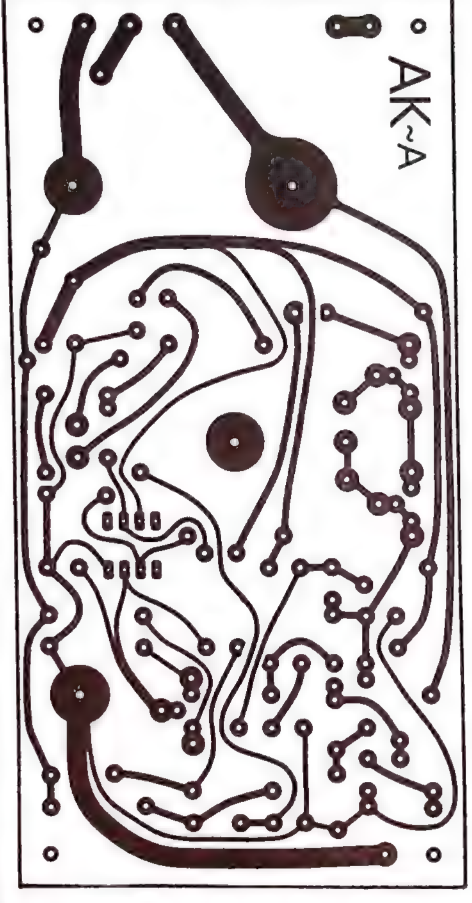
INBETRIEBNAHME

Die drei Trimmpotis kommen zunächst in Mittelstellung. Zum „Eichen" der Ladeabschaltung ist ein einstellbares Netzgerät erforderlich, wenn man diese Einstellung nicht in der Praxis herausfinden will, was natürlich zeitaufwendig ist. Hat man ein Netzgerät, so verbindet man seine Ausgangsklemmen mit den den beiden Klemmen des Ladegerätes, und zwar Plus mit Plus und Minus mit Minus. Wichtig: Das Ladegerät darf hierbei nicht in Betrieb sein, der Netzstecker also nicht eingesteckt werden. Natürlich ist auch kein Akku angeschlossen.

Das Netzgerät wird auf eine Spannung von 14,4 Volt eingestellt. Nun kann man den Abgleich des Laden-Ende Trimmers vornehmen. Dazu sucht man mit Trimmer R19 die Einstellung, bei welcher die LED gerade aufleuchtet. Das Verdrehen des Trimmers muß übrigens sehr langsam erfolgen, weil der Elko am Trimmerabgriff bewirkt, daß die Spannung am OpAmp-Eingang der tatsächlichen, momentanen Einstellung des Trimmers nicht unmittelbar folgt. Hat man den richtigen Punkt gefunden, dann verringert man die Ausgangsspannung des Netzgerätes soweit, daß die LED verlöscht. Anschließend dreht man das Netzgerät sehr langsam wieder auf, (Simulieren der beim Laden ansteigenden Spannung), bis die LED wieder aufleuchtet. Ein Blick auf das Instrument des Netzgerätes zeigt, ob die Abschaltung tatsächlich bei 14,4 Volt erfolgt. Übrigens ist in Bild 8 für Trimmer R19 das Schaltsymbol eines Potis eingezeichnet, korrekt wäre das Trimmersymbol.

Nun kann man seinen ersten Akku laden. Am besten einen, der stark entladen ist. Zunächst stellt man das Ladestrom-Poti ganz nach links und schließt dann erst den Akku an. Wahrscheinlich zeigt das Amperemeter des Ladegerätes nicht an. Das Poti wird langsam, un-

Stückliste



WIDERSTÄNDE, 1/4 WATT, 5%

R1	=	22 k-Ohm
R2, R10	=	2,2 k-Ohm
R3, R9, R18, R20	=	10 k-Ohm
R4	=	47 k-Ohm, Trimmer,
R5	=	220 k-Ohm, Trimmer,
R6	=	100 k-Ohm, Poti, lin.
R7, R12	=	1 k-Ohm
R8	=	3,3 k-Ohm
R11	=	470 Ohm
R13, R15, R17	=	4,7 k-Ohm
R14	=	560 Ohm
R16	=	47 k-Ohm
R19	=	10 k-Ohm, Trimmer,
R21	=	100 Ohm

KONDENSATOREN

C1	=	47 nF, z.B. Siemens MKM
C2	=	15 nF, z.B. Siemens MKM
C3	=	150 nF, z.B. Siemens MKM
C4, C5	=	100 µF, 25 Volt, RM 5

9.

ter Beobachtung des Instrumentes im Uhrzeigersinn gedreht. Mit R4 kann das Gerät so eingestellt werden, daß der Ladestrom nicht höher als etwa 5 Ampere wird. Anschließend dreht man das Poti wieder auf Null und stellt R5 so ein, daß das Instrument soeben reagiert. Diese beiden Abgleichvorgänge sind einige Male zu wiederholen, bis keine weitere Korrektur mehr erforderlich ist.

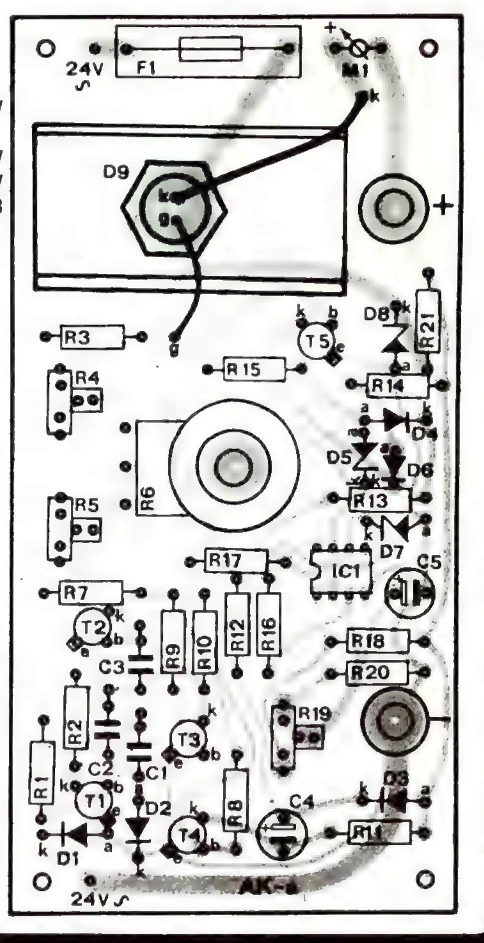
Im praktischen Einsatz des Ladegerätes sind

HALBLEITER

D1, D2, D4 = 1N4148 (1N914)
D3 = 1N4004
D5 = Z-Diode 3V3, 400 mW
D6 = LED 5 mm, rot
D7 = Z-Diode 6V2, 400 mW
D8 = Z-Diode 9V1, 400 mW
D9 = Thyristor 10 A, TO-48
T1, T2,
T3, T4, T5 = BC 107
IC1 = 741, Mini-DIL

SONSTIGES

Tr1 = Netztrafo 24 V/5 A
S1 = Netzschalter 2xEIN
M1 = Einbau-Meßinstr. 5 A
F1 = Feinsicherung 10 A
1 x Metall-Gehäuse, Abmessungen min. 24x9x12 cm
1 x Kühlwinkel für TO-48
1 x Print-Sicherungshalter,
2 x Apparateklemme, groß
1 x Bedienungsknopf für Poti
4 x Lötstifte RTM
4 x Steckschuhe RF
4 x Abstandsröhrchen 10 mm
4 x Zyl.-Kopf-Schr. M3 x 20
4 x Muttern M3
1 x Fassung für IC1 (8pol. Mini-DIL)



10.

einige wichtige Punkte zu beachten. Zunächst ist die Schaltung nicht absolut kurzschlußfest. Bei den Thyristoren gibt es empfindlichere Exemplare, die nach Abklemmen des Akkus (Wegfall der Speisespannung) trotzdem im Leitzustand bleiben. Deshalb sollte man das Gerät nicht ohne angeschlossenen Akku betreiben. Besonders kritisch ist es natürlich, den Akku mit falscher Polarität anzuschließen, die Sicherung schmilzt unmit-

telbar (richtig ist, falls noch nicht bekannt: Plus an Plus und Minus an Minus). Im Labor wurden einige Thyristoren des angegebenen Typs geprüft. Vier von ihnen waren so eifrig bei der Sache, daß sie nach dem Abklemmen des Akkus im Leitzustand blieben. Hat man ein solches Exemplar und hält sich nicht an die Reihenfolge: Verbindung zum Akku herstellen, Ladestrom auf Null einstellen, Netzverbindung herstellen und Ladestrom einstellen, so kann die 9 Volt-Zenerdiode durch zu starke Erwärmung hops gehen. Abschließend noch eine Bemerkung. Der Akkulader ist keine Konstantstromquelle. D.h., wenn die Akkuspannung (was sie tun soll) im Verlauf des Ladens langsam ansteigt, geht der Ladestrom zurück. Damit sind jedoch keine praktischen Vor- oder Nachteile verbunden.

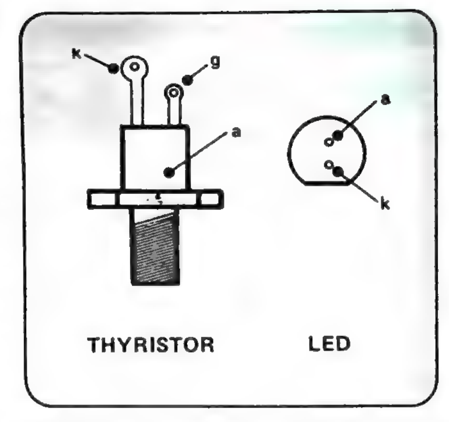


Bild 11. Die Anschlüsse des in der Schaltung verwendeten Thyristors und der LED. Mit a und k sind jeweils Anode und Kathode bezeichnet, g beim Thyristor ist die Steuerelektrode und bedeutet „gate" (engl., Tor).

EINIGE BEMERKUNGEN ZUR WAHL DES TRANSFORMATORS

Wer die Anzeigen des Fachhandels studiert, wird diverse preiswerte Trafos 24 V/5 A finden. Bei Experimenten hat sich jedoch gezeigt, daß verschiedene Typen auch prompt unterschiedliche Innenwiderstände aufweisen. Dies bedeutet einmal, daß ein Trafo mit höherem Innenwiderstand wärmer wird. Zum anderen fällt bei Belastung die Spannung eines solchen Trafos stärker ab. Wie sich das auswirkt, soll ein Beispiel deutlich machen. Hat man einen Trafo mit hohem Innenwiderstand angeschlosse, die Trimmer so eingestellt, daß das Poti den Strombereich von Null bis 5 Ampere überstreicht und ersetzt dann den Trafo durch ein Exemplar mit niedrigem Innenwiderstand, so läßt sich unter Beibehaltung der Trimmereinstellungen ein weit über 5 Ampere liegender maximaler Ladestrom einstellen. Der im Laborprototyp verwendete Trafo, auf dessen Daten die im Schaltbild angegebenen Dimensionierungen der Bauelemente basieren, hat, wie Untersuchungen zeigten, einen mittleren Innenwiderstand.

Demnach kann es vorkommen, daß in einem Nachbau, der einen teuren Trafo (mit niedrigem Innenwiderstand) enthält, der 5 Ampere-Wert erreicht wird, wenn das Poti etwa in Mittelstellung steht, ohne daß ein Abgleich mit dem betreffenden Trimmer möglich ist.

Aus diesem Grund empfiehlt es sich, einen Trafo mit mehreren Anzapfungen zu verwenden. Die meisten Trafos, die angeboten werden, haben solche Anzapfungen, und zwar Z.B. bei 16, 18, 20, 22 und natürlich bei 24 Volt. Man kann sich dann die Trafospannung aussuchen, die einen Trimmerabgleich, wie er im Text angegeben ist, möglich macht.

Der Baukostenvoranschlag enthält Netzkabel und Print und basiert auf einem preiswerten Sonderangebots-Trafo. Nicht enthalten ist das Gehäuse, weil es auch hier starke Preisunterschiede zwischen ca. DM 20,- und DM 45,- gibt (Metallgehäuse). Auch hier gibt es also preiswerte Lösungen.



TESTBERICHT :

Auto-Akkulader

1. MECHANISCHER AUFBAU

Die Beschaffung der Bauteile bereitet bis auf den Thyristor keine Schwierigkeiten. Thyristoren im Metallgehäuse TO-48 mit Schraubgewinde sind nicht so gut erhältlich wie Thyristoren im TO-220 Kunststoffgehäuse. Bei Verwendung eines Thyristors mit TO-22o Gehäuse läßt sich dieser auf dem Print nur nach einigen Änderungen anbringen, die aber keine grundsätzlichen Schwierigkeiten darstellen. Wegen der starken Erwärmung sollte man jedoch grundsätzlich den Thyristor auf das Metallgehäuse des Akku-Laders montieren, weil hier eine größere Kühlfläche zur Verfügung steht.
Beim Testaufbau wurde der Thyristor Typ TIC 126 D (TO-220) verwendet. Er ist halb so teuer wie ein Thyristor mit Schraubgewinde und hat einen maximalen Strom von 12 Ampere.
Die Bestückung des Prints ist problemlos. Schlecht ist die Leiterbahnführung in der Nähe von Poti R6. Hier kommt die Befestigungsmutter des Potentiometers mit den Leiterbahnen in Berührung, was zu Kurzschlüssen führen kann. Es empfiehlt sich eine entsprechende Isolierung.

2. ELEKTRISCHER AUFBAU

Der elektrische Aufbau läßt zu wünschen übrig. Man kann sich leicht überlegen, welch hohe Ströme aus dem Transformator fließen, wenn man unmittelbar 24 V x 1,414 (Spitzenwert) auf einen 12 Volt-Akku schaltet. Der Transformator antwortet darauf mit einem Brummen, nachdem die Sekundärspannung beträchtlich abgefallen ist.

3.ELEKTRISCHER TEST

Der Abgleich der Abschaltspannung 14,4 Volt funktioniert einwandfrei. Im Betrieb schaltet der Komparator jedoch nicht bei 14,4 Volt, sondern viel eher. Das liegt am Prinzip der Schaltung. Der Komparator vergleicht die Ist-Spannung (Akku-Spannung) mit einem Sollwert (Zenerspannung). Die Ist-Spannung ist jedoch noch von der Ladespannung überlagert. Der Kondensator C5 glättet die Spannung, so addiert sich ein bestimmter Betrag zur eingestellten Abschaltspannung. Der Komparator sieht eine zu hohe Spannung und schaltet zu früh ab.
Im Betrieb sieht das dann so aus: Stellt man den Ladestrom auf 5 Ampere ein, dann sind die Ladeimpulse so hoch, daß der Komparator gleich abschaltet, der Ladevorgang ist beendet. Nach einigen Sekunden ist die Ist-Spannung am Kondensator unter denn Sollwert gesunken und der Ladevorgang setzt wieder ein. Dies wiederholt sich im Sekundenrhythmus.
In der Schaltung läßt sich auch ein 18 Volt-Trafo verwenden, dann beträgt der maximale Ladestrom ca. 4 Ampere (abhängig von der Ladung des Akkus).
Noch eine unschöne Sache: Bei Strömen über 2 Ampere zittert der Zeiger des Instrumentes. Hier kann man mit einem dicken Elko über den Klemmen des Instrumentes versuchen, das Zittern weg zu bekommen (Elko richtig polen).
Hinweis: sollte der Thyristor nicht zünden, kann man den Widerstand R12 in seinem Wert etwas verringern.
Für Trimmer R19 unbedingt große Ausführung wählen, sonst ist die Auflösung schlecht.
Übrigens stimmt das Schirmbild UE nicht ganz, das wird ja auch im Text erwähnt.

FAZIT:

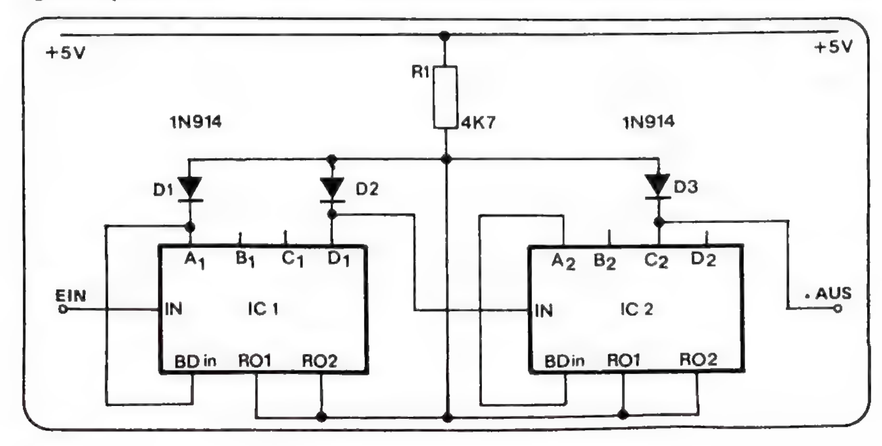
Die Schaltung arbeitet bis 4 Ampere gut.
Die Abschaltung bei 14,4 Volt erfolgt nicht gemäß der Eichung, deshalb muß sie experimentell ermittelt werden.
Der Thyristor muß zur besseren Kühlung aufs Gehäuse.

GOLIATH *als* LOTTO-GENERATOR

Dieser Beitrag knüpft an die Goliath-Folgen aus P.E. Heft 2/78 und 5/78 an, in denen es einmal um die Schaltungsbeschreibung der Goliath-Zähldekade ging, zum anderen um die Anwendungen als Zählstelle in ein- oder mehrstelligen Siebensegment-Anzeigen. Als Beispiel dienten Teilerfaktoren 1:12, 1:24 und 1:60, wie sie für den Aufbau von Digitaluhren erforderlich sind. Dabei wurde die Quelle der Zählimpulse nicht angegeben; in einer Uhr ist dies die Zeitbasis, die entweder Minuten- oder Sekundenimpulse erzeugt. In einem Glückszahlen-Generator (,,Würfeln mit Goliath", P.E. Heft 7/78) ist die Quelle der Zählimpulse ein Generator, der zwischen Start und Stopp eine zufällige Anzahl von Impulsen erzeugt. Für den ,,Goliath als Lottogenerator" ist hier kein solcher Zufallsgenerator angegeben, einmal, weil es hier nur um ein ,,Programmierbeispiel" geht, andererseits, weil bereits zahlreiche Rechteckgeneratoren beschrieben wurden, an deren Aufbau man sich orientieren kann, wenn man einen ,,endgültigen" Lottozahlengenerator mit den 38 mm-Goliath-Displays aufbauen will.

Wenn eine (zweistellige) Zähldekade 49 verschiedene Zustände ihrer Zähler einnehmen kann, dann sind das die Zählerinhalte 0...48; die Mathematiker unter uns fangen ja auch bei Null an zu zählen, weil das richtiger ist, wie sie behaupten. Der Lotto-Zähler kann im Prinzip von 1 bis 49 zählen, jedoch ist das deswegen eine aufwendige Elektronik,

Bild 1. Für eine Zählschaltung bis 49 sind zusätzliche Bauelemente erforderlich um zum richtigen Zeitpunkt den Reset zu bekommen: drei Dioden D1 bis D3 und ein Widerstand R1.



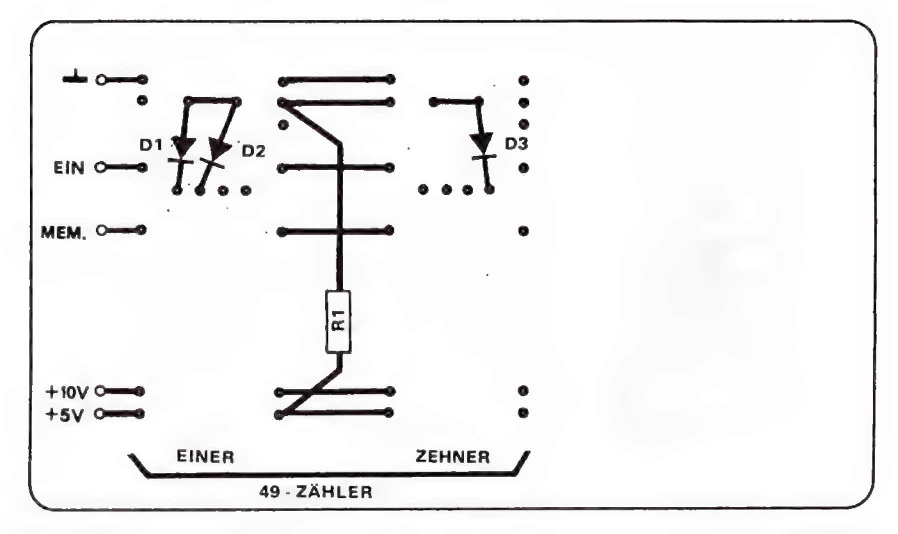


Bild 2. Die Verdrahtung der Dekaden (auf die Rückseite gesehen). Die 3. Dekade entfällt hier.

weil die Null, zu der nach der 49 das Reset zurückführt, übersprungen werden muß. In der Praxis ist bei der hier gewählten Lösung eine 49 auf den Schein zu setzen, wenn die Null gekommen ist.

Die Wahrheitstabellen für binäre dekadische Zähler - die hier nicht wiederholt werden sollen - weisen nach dem Übergang von der 48 zur 49 erstmalig an folgenden Zählerausgängen gleichzeitig H-Zustände aus: an A und D in der Einer-Dekade, an C in der Zehnerstelle. Das sind drei H-Zustände, für die aber nur zwei Reseteingänge zur Verfügung stehen.

Wie man das Problem lösen kann, zeigt Bild 1. Die vier Reset-Eingänge der beiden Zähler sind miteinander verbunden, sie liegen ausserdem über den Widerstand R1 an der Speisespannung +5 Volt. Die gemeinsame Resetleitung ist zusätzlich über Dioden mit den genannten drei Zählerausgängen verbunden.

Was passiert im Betrieb?

Wenn mindestens einer der Ausgänge L ist, dann leitet die an diesem Ausgäng angeschlossene Diode, sie legt die Resetleitung auf L.

Die Dioden können als Schalter aufgefaßt werden, die den gemeinsamen Reset-Anschluß auf L legen, wenn einer der drei Ausgänge L ist. Nur in dem einen Fall, wenn alle drei Ausgänge H sind, sperren auch alle Dioden, so daß die Resetleitung jetzt H ist. Dies ist erstmalig der Fall, wenn an den Zählerausgängen die logische Zustandskombination für die Zahl 49 erscheint - erscheinen „will", müßte man genauer sagen, denn bevor die Anzeige reagiert, hat das H auf der Resetleitung längst den Reset nach „00" ausgelöst.

Die REGEN-Sonde

DETEKTIERT UNERWÜNSCHTE FEUCHTIGKEIT ● AKUSTISCHES ALARMSIGNAL BETRIEBSSPANNUNG 9 VOLT, ALSO UNGEFÄHRLICH ● AUCH ALS LECKDETEKTOR IM BOOT GEEIGNET ● KANN SCHEIBENWISCHER AUTOMATISCH STARTEN

Das passiert in unseren Breiten fast täglich: Da hat man/frau mit viel Phosphat die Wäsche so weiß wie noch nie bekommen, da kommt ein unerwarteter Regenschauer und spült häßliche schwarze Staubpartikel aus Industrieabgasen ins Gewebe. Oder die Waschmaschine produziert eine Überschwemmung trotz Computer- oder Mikroprozessor-Steuerung. Eine ordinäre Schlauchschelle hat den Schlauch nicht auf der Tülle gehalten; kein Mikroprozessor kommt daher und dreht schnell den Hahn zu. Wer sich vor solchen Überraschungen schützen will, kann die Regensonde einsetzen. Mit diesem Gerät ist es möglich, überall unerwünschte Feuchtigkeit aufzuspüren. Wenn der Sensor naß oder feucht wird, gibt ein Lautsprecher ein Alarmsignal von sich, so daß man unmittelbar Maßnahmen treffen kann. Die Regensonde wird mit einer 9 Volt-Batterie gespeist und ist somit absolut (kinder-) sicher. Der Ruhe-Stromverbrauch ist sehr gering.



Die Regensonde ist sehr empfindlich, denn es genügt ein leichtes Anhauchen des Sensors, dann geht der Lautsprecher bereits los. Auch Nebel löst den Alarm aus, so daß der Sonde sich weitere Einsatzmöglichkeiten anbieten. Ansonsten dürfte das Gerät eher eine nette Spielerei am Rande des Elektronik-Hobbys sein. Deshalb lag, als vor einigen Monaten eine andere Elektronik-Zeitschrift ein ähnliches Gerät brachte, der Gedanke nahe, auf die Veröffentlichung in P.E. zu verzichten. Dies war jedoch nicht möglich, da die Regensonde mit ihrem Print (in etwas anderer Bestückung) den Automatikzusatz zum Scheibenwischer-Intervallschalter bildet, der ebenfalls in dieser Ausgabe beschrieben ist. An dieser Stelle möchten wir darauf hinweisen, daß die verblüffenden Übereinstimmungen mit dem kürzlich anderweitig publizierten Gerät (gleiches Gehäuse, ebenfalls hochkant verwendet u.a.m.) aus unserer Sicht reiner Zufall sind. Die Regensonde wurde nämlich von unserer holländischen Schwesterzeitschrift bereits vor noch viel längerer Zeit als Eigenentwicklung des Labors vorgestellt.

DAS PRINZIP

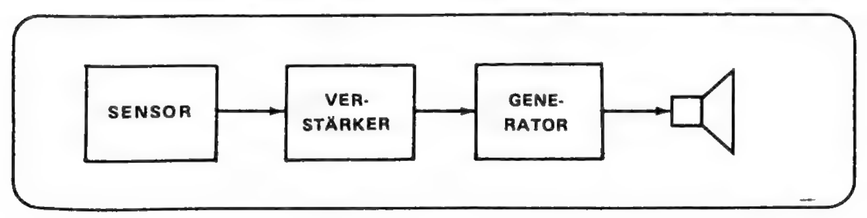
Der Entwurf der Regensonde geht von der Tatsache aus, daß Regen- und Leitungswasser eine bemerkenswerte elektrische Leitfähigkeit aufweisen, im Gegensatz zu sauberem Wasser, das man z.B. durch Destillieren herstellt. Kalk und andere Mineralien im Leitungswasser, zahlreiche Chemikalien aus Industrieabgasen im Regenwasser sind die Ursache der Leitfähigkeit. Als Sensor dienen in der Regensonde zwei Kontakte oder Kontaktflächen, die in geeigneter Weise der Feuchtigkeit ausgesetzt werden. Die Schaltung reagiert, wenn der Widerstand zwischen den beiden Kontakten in ausreichendem Maße abnimmt.

Die Elektronik besteht aus drei Teilen: Sensor („Fühler"), Verstärker und Alarm-Geberteil (siehe Bild 1). Der Alarmgeber ist ein Tongenerator mit Lautsprecher.

Der Sensor in Bild 2 besteht aus einem speziellen Print mit Kupferbahnen, die wie die Zinken zweier Kämme ineinandergreifen. Einer der Zinken ist mit Masse verbunden, der andere liegt über den hochohmigen Widerstand R1 an der 9 Volt-Spannung. Wenn der Sensor trocken ist, dann hat die Printfläche zwischen den Zinken einen hohen Widerstand, denn das Printmaterial ist natür lich nichtleitend.

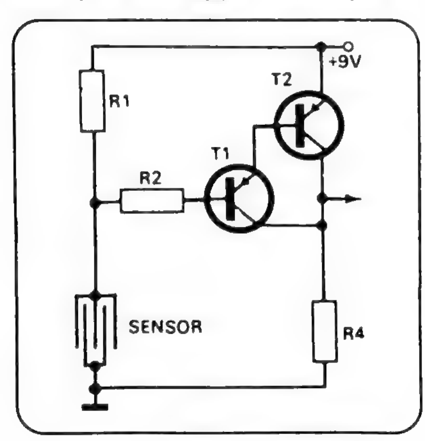
Somit liegt die Basis des Transistors T1 über Widerstand R2 und R1 an der positiven Speisespannung. Da T1 ein PNP-Transistor ist, befindet sich dieser Transistor im Sperrzustand, denn seine Steuerstrecke Basis/Emitter liegt beidseitig an +9 Volt; auch der Emitter, und zwar über die Basis/Emitter-Strecke von T2. Über beide Steuerstrecken fließt deshalb kein Strom, beide Halbleiter sperren. Infolgedessen fließt auch durch den Widerstand R4 in der gemeinsamen Kollektorleitung der Transistoren kein Strom, an R4 fällt keine Spannung ab, so daß der Aus-

Bild 1. Die Blockschaltung: außer Sensor und Lautsprecher nur zwei Funktionsgruppen.



gang der Schaltung (Pfeil) Massepotential hat.
Werden nun die Kupferzinken des Sensorprints von Wasser benetzt, dann ist der Sensor nicht mehr „ultrahochohmig", sondern nimmt einen endlichen Widerstandswert an. Dieser Widerstand bildet mit R1 einen Spannungsteiler, an dessen Knotenpunkt (R1/R2/Sensor) sich eine Spannung zwischen +9 Volt und Null Volt einstellt. Über R1 fließt nun Strom in die Basis von T1, und zwar über die Strecke Emitter T1, Basis/Emitter T2. Der Transistor T1 leitet nun, sein Emitterstrom steuert auch T2 in den Leitzustand. In der Kollektorleitung fließt nun ein kräftiger Strom, der an R4 einen Spannungsabfall erzeugt. Dank der Doppelemitterfolger-Konfiguration der beiden Transistoren multiplizieren sich die Stromverstärkungsfaktoren von T1 und T2. Aus dem kleinen „Isolationsfehler-" Strom im Sensor wird in der Kollektorleitung ein so kräftiger Strom, daß der Spannungsabfall an R4 fast 9 Volt beträgt.
Ein Tropfen Wasser auf dem Sensor bewirkt also, daß die Spannung am Ausgang der

Bild 2. Der Sensor bildet zusammen mit R1 einen „feuchteabhängigen" Spannungsteiler.



Schaltung in Bild 2 von vorher Null Volt auf jetzt etwa +9 Volt ansteigt.
Der Widerstand R2 dient zum Schutz der Schaltung. Es könnte nämlich durch ein Mißgeschick passieren, daß die Sensorzinken mit einem blanken Metallgegenstand kurzgeschlossen werden. Geschieht das, wenn R2 fehlt, dann liegen die in Reihe geschalteten Basis/Emitter-Strecken der Transistoren unmittelbar an der Speisespannung. Das würde keiner der beiden überleben.
Der Tongenerator als letzter Funktionsblock in der Regensonde ist in Bild 3 angegeben. Es handelt sich um einen astabilen Multivibrator, wie er in P.E. schon häufiger beschrieben wurde. Die Schaltung besteht aus zwei Transistoren T3 und T4, die in bestimmter, typischer Art miteinander gekoppelt sind.
Populär ausgedrückt, kann man die Transistoren als Schalter ansehen, die wechselweise geöffnet und geschlossen sind. Für die Geschwindigkeit, mit der die Umschaltvorgänge aufeinander folgen, sind die Werte der übrigen Bauelemente, insbesondere die Kapazitäten von C1 und C2 und die Widerstandswerte von R6 und R7 maßgebend. Wenn „Schalter" T3 gerade geschlossen ist (T3 leitet), dann fließt Strom durch Widerstand R5. In dieser Phase ist Schalter T4 offen, durch den Lautsprecher fließt kein Strom. Nach einer bestimmten Zeit kehren sich die Zustände der Transistoren um, so daß nun T4 leitet und durch die Strecke T4, Lautsprecher und R8 Strom fließt. Der Konus des Lautsprechers bewegt sich kurz, es gibt ein kurzes Geräusch. Folgen die Umschaltvorgänge schnell genug aufeinander, so kommt aus dem Lautsprecher ein Pfeifton. Die Geschwindigkeit des Umschaltens und damit die Tonhöhe kann man durch geeignete Bemessung der Bauelementewerte in einem gewissen Bereich frei wählen.
Dieser astabile Multivibrator kann nur funktionieren, wenn die Widerstände R6 und R7 am Pluspol der Speisespannung liegen. In der

Bild 3. Der Tongenerator ist ein astabiler Multivibrator, mit zwei Transistoren aufgebaut.

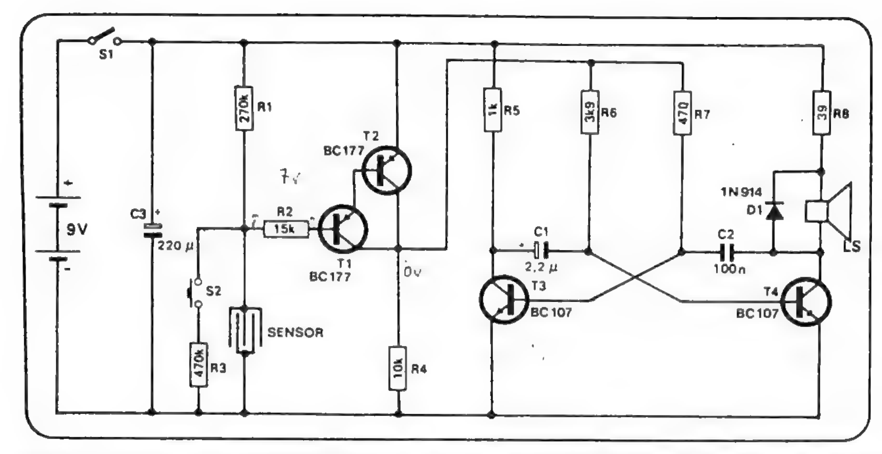


Bild 4. Das Gesamtschaltbild faßt die Stromversorgung mit der Batterie, den Sensor mit seinem Verstärker, sowie den astabilen Multivibrator mit dem Lautsprecher zusammen.

Regensonde liegen sie am Ausgang des Verstärkers für den Feuchtigkeitssensor. An dieser Stelle ist positive Spannung, wenn der Sensor mit Wasser benetzt wurde. Der Lautsprecher gibt somit tatsächlich nur dann ein Warnsignal, wenn der Sensor naß wird.

Widerstand R8 und Diode D1 haben nichts mit dem Prinzip der Schaltung zu tun, sondern sind im weiteren Sinne Hilfs- und Schutzmaßnahmen, die ein ordentliches Funktionieren der Schaltung gewährleisten sollen.

GESAMTSCHALTBILD

Bild 4 zeigt die vollständige Schaltung der Regensonde.

Es zeigen sich folgende Erweiterungen: Die Schaltung wird aus zwei Flachbatterie 4,5 V gespeist. Mit S1 wird das Gerät in „Alarmbereitschaft" versetzt, auf deutsch: eingeschaltet. Im eingeschalteten Zustand liegt der Elko C3 parallel zur Batterie und ist somit immer geladen. Sein Zweck: Mit Altern der Batterie steigt ihr Innenwiderstand, dieser kann bei der Impulsbelastung, die der vom astabilen Multivibrator gesteuerte Lautsprecher darstellt, die Funktion der Schaltung stören, obwohl die Batterie noch längst nicht „am Ende" ist. Der Elko C3 puffert die Batterie, wie das genannt wird, er liefert die Spitzenströme an die Schaltung. Die letzte Erweiterung ist die Reihenschaltung aus einem Taster S2 mit dem Widerstand R3, die ihrerseits parallel zum Sensor liegt. Mit dem Taster kann die Funktionsbereitschaft der Regensonde getestet werden, ohne daß man den Sensor, der vielleicht an einer schlecht zugänglichen Stelle angeordnet ist, naßmachen muß. Wenn beim Betätigen von S2 kein Pfeifton hörbar wird, ist es an der Zeit, die Batterien durch frische zu ersetzen.

Der Lautsprecher ist so ein kleiner japanischer 0,2 Watt-Typ, mit einer Impedanz von meist 8 Ohm. Im Alarmfall bestimmt sich der Stromverbrauch der Schaltung im Wesentlichen durch den Gesamtwiderstand von Lautsprecher und Vorwiderstand R8. Dieser Vorwiderstand kann ohne weiteres höher gewählt werden, wenn man häufig mit Über-

schwemmungen zu tun hat und die Batterie schonen will; die Lautstärke läßt dabei nur wenig nach. Während die Stromaufnahme der Schaltung beim Alarm ca. 150 Milliampere beträgt, hat sie im Bereitschaftszustand einen sehr niedrigen Wert von 15 Mikroampere.

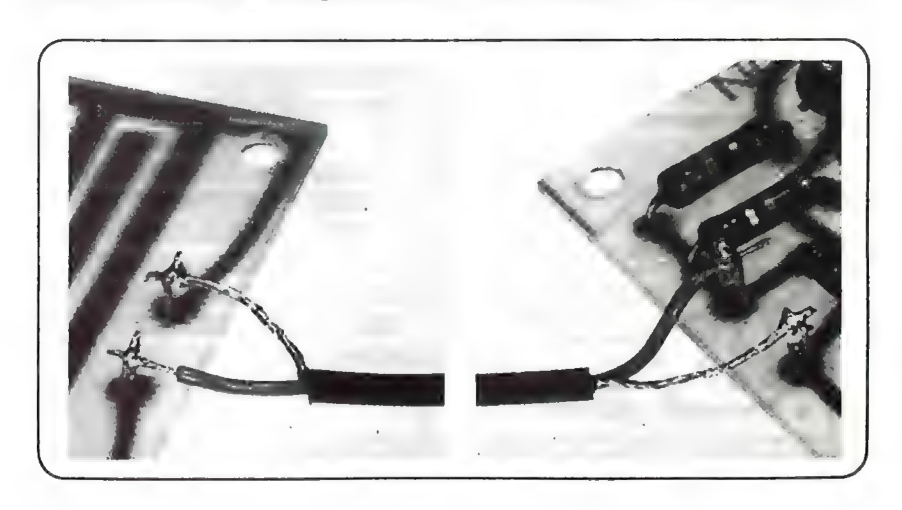
BAUHINWEISE

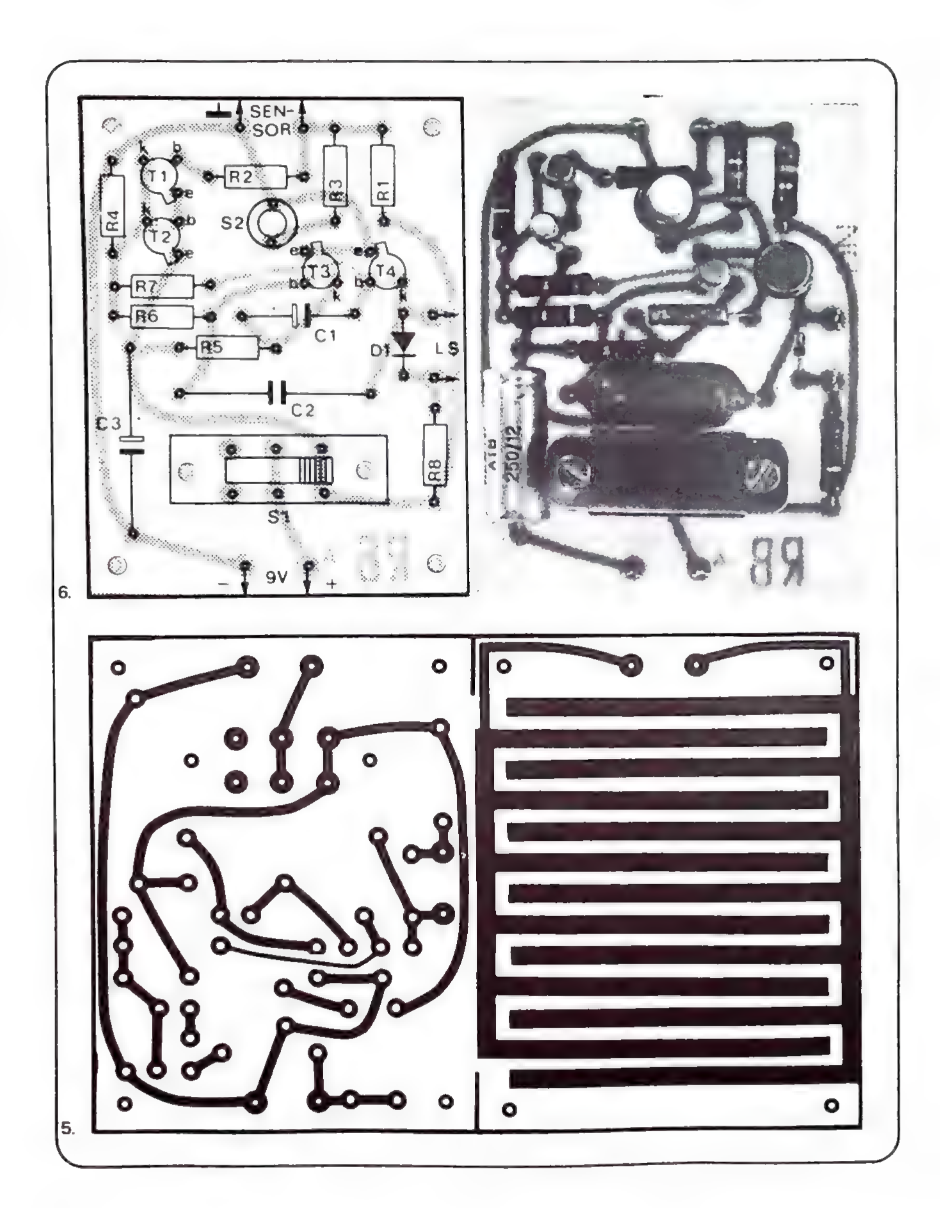
In Bild 5 ist der Print für die Elektronik zusammen mit dem Sensorprint als Ganzes dargestellt, die beiden Teile müssen natürlich durch Zersägen getrennt werden, denn der Sensor gehört an eine Stelle, wo es schon einmal naß werden kann, die Elektronik aber an einen Ort, der möglichst immer schön trocken bleibt. Fabrikmäßig hergestellte Prints sind auf der Kupferseite meist mit einer nichtleitenden, transparenten Schutzschicht überzogen, die man vor der ersten Inbetriebnahme des Gerätes mit einem Scheuerschwamm entfernt.

Für die Montage des Schiebeschalters gibt es zwei Verfahren. Das eine, in einem der Fotos dargestellte, verwendet Abstandsröhrchen; es bedarf wohl keiner Erläuterung. Bei dem anderen Verfahren schraubt man die beiden Schrauben M3 zunächst von oben in die Gewinde der Montagelippen des Schalters. Dann dreht man auf jede Schraube eine Mutter bis etwa zur Mitte des Gewindeschaftes. Sind die blanken Drähte an die Lötlippen des Schalters gelötet, so steckt man den Schalter auf den Print, wobei die Drähte durch die Printbohrungen gefädelt werden. Von der Kupferseite des Prints her schraubt man nun je eine weitere Mutter auf. Zwischen den beiden Muttern einer Schraube befindet sich nun der Printkörper, so daß man nun beim Festziehen der Muttern einen gewissen Spielraum bezüglich des Abstandes zwischen Schalter und Print hat. Sitzt der Schalter ordentlich fest, dann lötet man die Drähte auf der Kupferseite an.

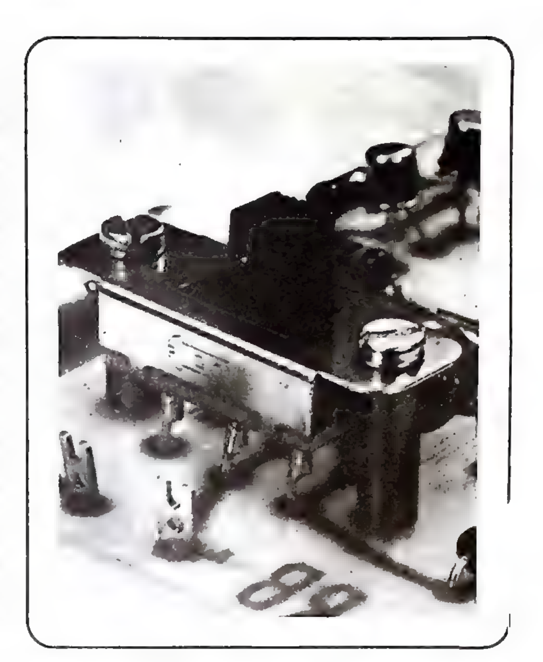
Der Taster wird mit zwei blanken Drähten elektrisch und mechanisch mit dem Print verbunden. Es ist darauf zu achten, daß der Schiebeschalter und der Taster die gleiche „Höhe über Print" haben.

Bei der Montage der „echten" elektronischen Bauteile dürften keine Probleme auftreten, lediglich bei den Elkos ist auf die




SEN-
SOR
T1
T2
T3
T4
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
S2
C1
C2
C3
D1
LS
S1
9V
k
b
e
250/12
6.
5.

richtige Polarität beim Einlöten zu achten.
Als Gehäuse für die Regensonde eignet sich der in der Stückliste angegebene Typ. Dieses Gehäuse hat eine Alu-Frontplatte, in die man die Bohrungen für die Taster und die vier Print-Befestigungsschrauben einbringen muß, ausserdem einen rechteckigen Durchbruch für den Schiebeschalter. Eine Vermaßungsskizze für diese mechanischen Arbeiten enthält der Beitrag nicht, aber man kann die erforderlichen Daten dem Bestückungsplan in Bild 6 entnehmen. Für den Lautsprecher bohrt man entweder ein großes Loch, wenn dieses anschließend mit geeignetem Material schön verkleidet wird. Andernfalls ist es besser, den Schall durch ein Raster aus vielen kleineren Bohrungen in der Frontplatte heraustreten zu lassen.



Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 WATT, 5%

R1	= 270 k-Ohm
R2	= 15 k-Ohm
R3	= 470 k-Ohm
R4	= 10 k-Ohm
R5	= 1 k-Ohm
R6	= 3,9 k-Ohm
R7	= 470 Ohm
R8	= 39 Ohm

KONDENSATOREN

C1	= 2,2 µF, min. 12 V,
C2	= 100 nF
C3	= 220 µF, min. 12 V,

HALBLEITER

D1	= 1N4148 (1N914)
T1, T2	= BC177 (A)
T3, T4	= BC107 (A)

SONSTIGES

S1	= Schiebeschalter 2xUM
S2	= Miniatur-Taster, 1xEIN
LS	= Min.-Lautspr. 8...25 Ohm
8	x Lötstifte RTM
8	x Steckschuhe RF
2	x Zyl.-Kopf-Schlitzschr. M3x20
4	x Muttern M3
1	x Gehäuse TEKO P/3



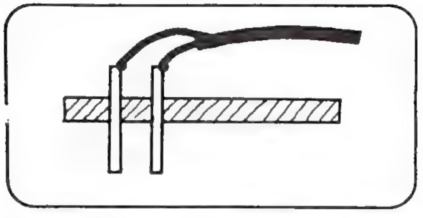
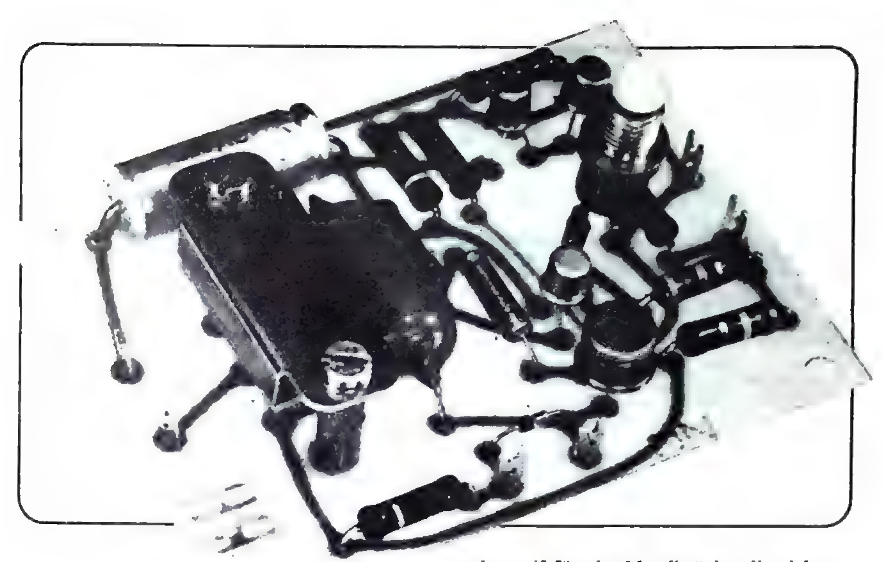


Bild 7. Alternative Sensorausführung zur Überwachung von Flüssigkeitsniveaus.

Hat man schließlich in eine Seitenwand oder in die Rückwand noch eine Bohrung für das zum Sensor führende Kabel eingebracht, so kann die Endmontage beginnen. Die beiden Flachbatterien haben zwischen Print und Rückwand Platz, sie werden mit Klebeband befestigt. Der Rest ist Verdrahtungsarbeit; es sind vier Verbindungen herzustellen, je zwei zum Sensor und zur Batterie, wie aus Bild 6 hervorgeht.

Der Sensor selbst kommt auf die Fensterbank, an die Hauswand oder eben dorthin, wo man unerwünschte Feuchtigkeit detektieren will. Muß das Verbindungskabel zwi-

Bild 6. Der Spannungsplan gibt an, welche Spannungen mit einem Vielfachinstrument an den durch Pfeile gekennzeichneten Schaltungspunkten gemessen werden müssen (siehe Text).



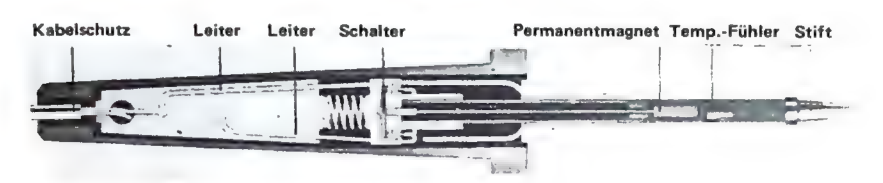
schen Sensor und Elektronik länger als ca. 1 bis 2 m sein, so empfiehlt sich die Verwendung eines abgeschirmten Kabels, wie es zwischen einem Plattenspieler und seinem Verstärker verwendet wird. Die Abschirmung (der äußere, zu einem Netz geflochtene Leiter des Kabels) kommt an den in Bild 6 mit dem Massezeichen gekennzeichneten Anschluß.

Es ist natürlich erforderlich, nach einem Alarm den Sensor zunächst zu trocknen.

Soll die Regensonde dazu dienen, das Ansteigen eines bereits vorhandenen Wasserpegels zu melden, so ist eine andere Sensorausführung besser geeignet. Wie anfangs erwähnt, ist die Sache so empfindlich, das sie bereits auf Atem reagiert. Der Zinkensensor dicht über der Wasserfläche ist deshalb nicht geeignet. Bild 7 zeigt eine für diesen Zweck günstigere Sensorausführung. Zwei kräftige Kupferdrähte, die man am besten verzinnt, oder andere stiftförmige Metallstücke, die nicht so schnell oxidieren, werden in ein dickes Stück Kunststoff oder einen Block aus irgendeinem nichtleitenden Material montiert. Die beiden Sensoren werden auf dieselbe Art mit der Elektronik verbunden wie der Zinkensensor. Soll der Keller auf „Überschwemmung" überwacht werden, so montiert man den Block an der Wand, und zwar so, daß die Sensorkontakte ca. 5 mm über dem Boden schweben. Mit diesem Sensor läßt sich z.B. auch eine Badewanne überwachen.

Bild 8 zeigt den Spannungsplan. Die Werte wurden mit einem Vielfachinstrument gemessen. Die Minus-Strippe des Instrumentes ist mit dem Punkt C (von „common", gemeinsam) zu verbinden. Mit der Plus-Strippe tastet man die angegebenen Schaltungspunkte ab, wobei die angegebenen Werte angezeigt werden müssen. Kleine Abweichungen in der Größenordnung von einigen Zehnteln Volt sind bei den höheren Spannungswerten zulässig, inbesondere dann, wenn die Batteriespannung in derselben Richtung vom „Sollwert" abweicht.

LÖTEN (Teil 2)



Zum besseren Werkzeug auch des Freizeitelektronikers gehören die temperaturgeregelten Lötkolben, von denen es zahlreiche Typen und Fabrikate gibt. Wenn wir uns hier bei der Besprechung auf einen bestimmten Typ beschränken, dann deshalb, weil er preiswert ist und vielerorts angeboten wird. Seine Vorteile, aber auch seine Funktionsweise werden in dieser Folge näher betrachtet.

Im Unterschied zu normalen, preiswerten Lötkolben kann beim Weller-Lötkolben, der hier besprochen wird, die Temperatur theoretisch viel höher ansteigen, als zum Löten erforderlich ist, nämlich bis etwa 600 Grad. Das liegt an der Ausführung und Leistung des eingebauten Heizelementes. Ohne spezielle Maßnahmen wäre der Kolben sehr schnell überhitzt.

Das Lötgerät enthält einen Temperaturfühler, der in einem mechanischen Regelkreis liegt. Wenn die Temperatur nach dem Einschalten auf über die normale Löttemperatur von 370 Grad hinaus ansteigen will, schaltet der Temperaturfühler das Heizelement aus.. Sobald die Temperatur des Lötstiftes unter einen bestimmten Wert , z.B. 300 Grad gefallen ist, beim Löten oder durch gewöhnliche Abkühlung, dann schaltet sich der Kolben von selbst wieder ein.

Die Vorteile dürften klar sein. Z.B. kann sich der Kolben beim längeren Liegen im eingeschalteten Zustand nicht überhitzen, dafür sorgt die Temperaturregelung.

Der zweite Vorteil: Haben die beiden Werkstücke, die man verlöten will, eine große Wärmekapazität (viel metallische Masse), dann entwickelt der Kolben seine volle Leistung und man kann auch relativ große Gegenstände ordentlich löten.

Die beiden Grafiken zeigen das Verhalten des Weller-Gerätes und anderer, normaler



Kolben. In Bild 1 geht es um die Aufwärmzeit; der temperaturgeregelte Kolben ist am schnellsten. Die zweite Grafik untersucht das Verhalten, wenn schnell nacheinander an verschiedenen Stellen gelötet wird. Der normale Kolben kommt nach kurzer Zeit in einen Temperaturbereich, in dem gerne kalte Lötstellen entstehen. Der Weller-Kolben erholt sich jedesmal sehr schnell.

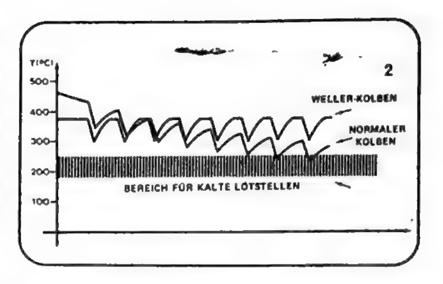
WIE ES FUNKTIONIERT

Auf der linken Seite oben ist ein solcher Kolben im Schnitt gezeigt. Der „Magnastat" von Weller basiert auf dem sogenannten „Curiepunkt", der eine bestimmte Eigenschaft magnetischer Materialien bezeichnet. Ein Permanent-Magnet, der mechanisch mit einem elektrischen EIN/AUS-Schalter gekoppelt ist, und ein Temperaturfühler, der in thermischem Kontakt mit der Lötspitze steht, berühren sich, solange der Kolben noch nicht seine Solltemperatur erreicht hat. Der Magnet zieht sich selbst zum Fühler hin und bringt dabei den Schalter in EIN-Stellung, der Stromkreis ist geschlossen, der Kolben heizt. Ist die Solltemperatur erreicht, dann verliert der Fühler, der im thermischen Kontakt mit dem Stift steht, seine magnetischen Eigenschaften. Die Temperatur, bei der diese Erscheinung auftritt, ist der Curiepunkt. Der Fühler ist nun nicht mehr magnetisch, der Permanentmagnet verliert sein Interesse, wird von einer Feder zurückgezogen und schaltet dabei den Heizstrom aus. Beim Abkühlen wird der Fühler wieder magnetisch und zieht den Permanentmagneten zu sich.

AUSFÜHRUNGEN

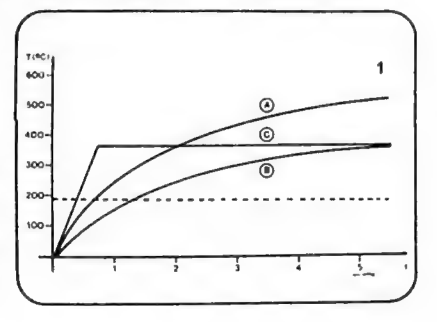
Von diesem Lötkolbentyp gibt es, wie zu erwarten, verschieden Ausführungen. Natürlich muß man mit höheren Preisen rechnen als bei gewöhnlichen Lötkolben.

Es gibt aber z.B. einen relativ preiswerten Typ, der aus dem Netz gespeist wird und äußerlich keine Besonderheiten aufweist. Daneben gibt es rein professionelle Ausführungen, die sich ein interessierter Amateur aber auch leisten kann. Die Magnastat-Lötstation besteht aus einem Niederspannungskolben, der aus der 24 Volt-Wicklung eines Netz-Transformators gespeist wird. Dieser Trafo befindet sich in einem Kästchen, das oben den Kolbenhalter und einen Reinigungsschwamm bietet (siehe Foto linke Seite).



Der Temperaturverlauf der Lötspitze bei einem Weller-Kolben und einem normalen, unter gleichen Testbedingungen.





Die Aufwärmzeit einiger Lötkolben im Vergleich. A: ein normaler Kolben, Heizleistung 55 Watt. B: normaler Kolben, Heizleistung 25 Watt. C: ein Weller Magnastat mit automatischer Temperaturregelung. Die gestrichelte Linie gibt den Zinn-Schmelzpunkt an.



IHR SCHALTUNGSWUNSCH IN P.E.!

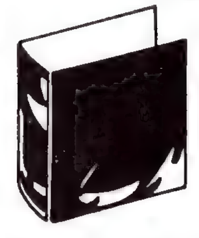
P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker. Wie funktioniert das?
In jeder Ausgabe von P.E. finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseit tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken - das ist alles. In P.E.'s Hitparade „TOP TWENTY" werden die 20 meistgenannten Schaltungen aufgeführt. Damit setzt die Redaktion sich und das Labor in Zugzwang und muß dafür sorgen, daß die Hits schnellstmöglich kommen!
Die Schaltung „Scheibenwischer Automat" in dieser Ausgabe nahm bisher den Platz 9 in der Hitparade ein.

Nr.		Punkte
1	Mischpult in Modultechnik	1624
2	Kurzwellen - Empfänger	1585
3	Ultraschall - Einbruchalarm	1515
4	Modellbahnelektronik	1285
5	Black - Box - Verstärker	1223
6	Ladegerät für NiCd-Akkus	1174
7	Klangeinsteller in Modultechn.	908
8	Anti - Lichtorgel	902
9	Thermometer	891
10	Netzteile (allgemein)	851

Nr.		Punkte
11	Frequenzzähler	753
12	Power - Blink - Zentrale	589
13	Vorverstärker Modul	547
14	Umformer für Leuchtstoffl.	532
15	Black - Box Vorverstärker	513
16	Stroboskop	505
17	RLC - Meter	281
18	UKW - Emfänger	210
19	Lauflicht	189
20	Lichtschranke	169

INSERENTEN VERZEICHNIS

INSERENTEN VERZEICHNIS



Hier finden Sie, wonach Sie schon lange suchten.



Akustischer Schalter Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeiftongebers. Netzanschl. 220 W. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max 500 W anschließen.

Klatschschalter kpl. à 36,35 ab 10 Stuck . . . à 28,—
ab 3 Stuck . . . . à 34,35

NN 35 Netzteil stufenlos regelbar von 0-35 V und der Strom von 1 mA-2 A, mit 2 Potentiometern. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC 723 mit 2 nachgeschalteten Leistungstransistoren. Die beiden Potis für Spannung und Strom befinden sich auf der Platine.



Platine 13 x 7 cm. Mit dem Stromregler kann man einen bestimmten Strom einstellen. Übersteigt der Ausgangsstrom den eingestellten Wert, so schaltet das Gerät ab.

Bausatz NN 35 . . . . DM 32,95
Netztrafo 2 A . . . . DM 14,95
Bausatz NN 35 mit Gehäuse komplett und Instrumenten . . . . DM 109,95
Gehäuse, leer, komplett gestanzt und bedruck (22 x 15 x 9 cm) . . . . DM 37,50
Fertiggerät NN 35 im Gehäuse . . . . DM 149,50

NETZTEIL 0 – 50 V

stufenlos regelbar, Strom max 3,5 A, schaltet bei Kurzschluß durch einen Thyristor ab, hochkonstant durch temperaturkompensierte Referenzspannungsquelle. Änderung der Ausgangsspannung von 0 auf Vollast nur 0,005%!

Einführungspreis, Bausatz . . . . DM 44,95
Netztrafo passend . . . . DM 32,95

Passendes Gehäuse mit sämtlichen Bohrungen, beschriftete Frontplatte . . . . DM 49,95

Passende Instrumente 50 V, 3 A . . . . à DM 19,95
Fertiggerät im Gehäuse . . . . DM 199,95

NEU 30 Watt FBI-Sirene
Betriebsspannung 10-25 V, auf- und abschwellender Ton, Heulton und Impulston einstellbar.
Bausatzpreis . . . . DM 16,95

Angebot des Monats
10 Kanallauflicht, 10 x 500 W Ausgänge, mit Netzteil, umschaltbar auf 4-6-8-10 Kanallauflicht.
Bausatz . . . . DM 29,95

TRIAC-BLINKLICHT Lichtpulser Stroboskop für normale 220-V-Glühlampen bis 500 W belastbar
Bausatz Lichtpulser . . . . . DM 15,50

20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Hohen-Tiefenregelung ± 18 dB.

Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono	DM 29,75
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo	DM 59,50
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis	DM 39,95
Netzteil Mono und Stereo	DM 22,50
Stereoentzerrer für 20 W Edwin	DM 14.90

30-W-Hi-Fi-Endstufe TE 30
Hi-Fi-20-W-Sinus-Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebssp 30-40 V, 7 Halbleiter, NTC usw.



Bausatz TE 30	DM 29,85
2 Stuck	DM 55,—
Mononetzteil	DM 22,50
Stereonetzteil	DM 28,50

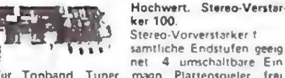
40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewahrt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinsteillung 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1 V/50 kΩ, Betriebsspannung 42 V

Bausatz 40 W Edwin DM 39,50 2 Stuck	DM 77,—
Mononetzteil	DM 34,50
Stereonetzteil	DM 45,50

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskuhlkorper, U eing. 0,5 V.

100-W-Endstufe EQUA 100, Bausatz	DM 55,—
Fertigbaustein EQUA 100, geprüft	DM 88,—

Mononetzteil DM 52,– Stereonetzteil DM 74,—



Hochwert. Stereo-Verstärker 100.
Stereo-Vorverstärker f sämtliche Endstufen geeignet 4 umschaltbare Eingänge für Tonband, Tuner, magn. Plattenspieler, frei Lautstärke-, Höhen-, Tiefen-, Balanceregler u Drucktasten auf der Platine Hohen-Tiefenregelung ± 20 dB, 15-70 kHz, 25–60 V
Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten DM 59,50

Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhöreausgang, 14 Halbleiter
Bausatz KBK . . . . DM 33,95



LOB 3/1000 AV, eine 3-Kanal-Lichtorgel mit einer Leistung von 3x 1000 W/220 V. 3 Regler für die einzelnen Kanäle, 1 Volumenregler. Diese Ausführung besitzt eine hervorragende Kanaltrennung, da jeder Kanal einen aktiven RC-Filter eingebaut hat. Dadurch wird eine fast unerreichte Kanaltrennung der tiefen, mittleren und hohen Frequenzen erreicht. Der NF-Eingang wird zusätzlich durch einen Transistor verstärkt. Dadurch hat diese Lichtorgel eine Eingangsempfindlichkeit von ca. 0,1 W, das bedeutet, daß ein Cassettenrecorder zur Aussteuerung voll genugt. Durch die eingebaute NF-Automatik entfällt das Nachregeln der Kanäle bei schwankender Musiklautstärke.

Bausatz LOB 3/1000 AV	DM 42,50
Fertigbaustein 3/1000 AV	DM 54,—
Passendes Gehause mit Frontplatte	DM 9,50

LO 96, Lichtorgel wie 3/1000 AV, jedoch mit gestanztem Gehause, Steckdosen, Netzkabel, NF-Buchse, Knöpfen usw.
Bausatz LO 96 DM 65,— Fertiggerät LO 96 DM 96,50

LIGHT 2000
Das Lichtsteuergerät Light 2000, das Gerät der Superlative. Das 4 kanalige Gerät hat eine garantierte Ausgangsleistung von je 2000 Watt. Dieses ist konzipiert für extremsten Dauerbetrieb in Discotheken, bei Kapellen, und natürlich auch für den privaten Gebrauch, ein Lichtsteuergerät, das keine Wünsche offen laßt. Auf Lebensdauer und Storanfälligkeit wurde bei der Entwicklung strengstens geachtet.
Das Gerät Light 2000 hat folgende Betriebsvariationen:
a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv)
b) 4-Kanal-Digitallichtorgel
c) 4-Kanallauflicht
d) 4 Kanallauflicht invertierbar (Lampen werden nacheinander dunkel)
e) 4-Kanallauflicht normal und ivertiert im gleichzeitigen Betrieb
f) sämtliche 4 Kanäle können bei den oben aufgeführten Betriebsarten gedimmert werden
Die Funktionen a-e werden mit dem Tastensatz umgeschaltet. Die Lichtorgel besteht aus der Grundplatine, auf die sämtliche Baugruppen a-e aufgesteckt werden. Die Verbindungen werden mit hochwertigen AMP-Steckverbinder hergestellt. Das Gerät wird am Lautsprecher angeschlossen, hat am Eingang einen Operationsverstärker mit Automatik bei schwankender Lautstärke. Die 3 Regler gehören zum einstellen der Eingangsempfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Dimmer.
Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung dadurch entfallen die Anstieg- und Abfallflanken bei der Triacansteuerung. Somit ist ein vollkommen störungsfreier Betrieb möglich. Jegliche Arten von Funkentstörung entfällt hiermit. Das Netzteil ist stabilisiert und sämtliche Bauteile inkl. dem Netztrafo befinden sich auf der Platine

Schwarzlicht
Lampe, 220 V~, 75 W Fassung E27 normal, kein Vorschaltgerät erforderlich . . . . DM 3,88

Ab DM 8,85

Comptalux color, Reflektorlampe, Preßglaskolben, verspiegelt, 100 W, Sockel E27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau . . . . . DM 9,90
ab 10 St., farbig á DM 8,95

Große farbige Reflektorlampe, 40 W, E 27-Fassung in den Farben: Rot/Blau/Grün/Gelb/Violett u. Weiß . . DM 5,95
ab 10 Stück . . . . á DM 4,95

AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage . DM 9,95
E 27 . . . . ab 10 Stück á DM 8,95



LOB 18 3-Kanallichtorgel, frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Volumenregler), Sicherung mit Achsen und Knöpfen. Die Lichtorgel hat den spezial Übertrager und spricht dadurch auf sehr kleine Lautstärken an. Leistung 3 x 1000 W, Platine 18 x 4 cm.
Bausatz LOB 18 . . . . DM 17,20

Bausatz LOB 18 mit Gehäuse . . . . DM 22,50
Fertiggerät im Gehäuse . . . . DM 24,95

BF 378 160 Watt Studio-HiFi-Verstärker
Ausgangsleistung:
2x 50 W sinus
2x 80 W Musik
Frequenzgang:
15 Hz - 3000 Hz
Klirrfaktor:
kleine 0,2%

Eingänge: 4 Stck. Phono mag, Tuner 2 x Aux.
Ein Spitzenprodukt, das in Europa hergestellt wird. Der Verstärker ist mit deutschen Halbleitern bestückt. Endstufen 4x 2N3055.
4 Lautsprecheranschlüsse, Muting 20 dB-Schalter, tape-Monitorschalter, Rumpel- und Rauschfilter und einen Loudnessfilter zur Klangverbesserung bei Leisestellung des Lautstärkereglers.
Der Verstärker hat eine Alu-eloxierte Frontplatte in Einschubtechnik, ist jedoch auch als Standmodell benützbar, da er Gummifüße hat. Kopfhöreranschluß und Netzschalter an der Frontplatte.
Ein Superverstärker zum Spitzenpreis, 1 Jahr Garantie
DM 369,50

Netzgerät 723 ein stufenlos regelbares Netzteil mit einer Ausgangsspannung 4-28 V, max 3 A. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC µA 723 mit nachgeschaltetem Leistungstransistor 2N 3055. Die Strombegrenzung ist auf 2 A eingestellt, kann jedoch durch Einsetzen eines anderen Widerstandswertes verändert werden. Eingangswechselspannung kann 22-30 V betragen. Platine 11,4 x 8 cm.

Bausatz 723 . . . . 24,—
Netztrafo 202 (max. 2A) 14,95
Netztrafo 205 (max. 3A) 22,50

Elektronisches Lesley, Bausatz . . . . DM 23,95
Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung, ca. 80 m Reichweite, 220-V-Netzteil eingebaut, mit Sender, kpl. . . . . DM 89,50
Transistorzündung, 12 V, für Pkw sämtlicher Fabrikate, Bausatz . . . . DM 27,50

MPX 4000 in Stereoausführung. Ein 4-Kanalmischpult mit 2 Magneteingängen, 1 Tonbandeingang und 1 Mikrofoneingang mit Höhen-Tiefenregelung zur optimalen Anpassung der Mikrofone und der Stimme. Die 2 Magneteingänge schalten automatisch auf Kristalleingang um bei Anschluß eines Kristallplattenspielers. Auf der Platine befindet sich ein eingebautes Netzteil. Bestückung: 8IC. Frequenzgang: 10Hz-28KHZ. Klirrfaktor kleiner 0,15%.
Eingänge: 2x Magneteingang 2mV - 200mV.
1x Mikrofoneingang 2mV - 20mV.
1x Tonbandeingang 200mV
Die Höhen-Tiefenregelung des Mikrofoneinganges beträgt + 18 dB. Das MPX 4000 kann als einbau- oder als Standgerät Verwendung finden.
Bausatz MPX 4000 . . . . DM 49,95

DISCO-LICHTORGEL 10, 3-Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75.
Bausatz DISCO-LICHTORGEL . . . . DM 77,85
Fertiggerät Disco 10 . . . . DM 128,—

Kojak-Horn
Elektronische Sirene im Druckkammerlautsprecher mit kraftvollen auf- und abschwellendem Tonintervall. Durch besonders starke Endstufe wird ein Schalldruck von 95 Phon/1 m erreicht.
Frequenz 500-2000 Hz, Signaldauer 0,7 sek. pro Impuls. Maße: 130 mm ⌀, Länge 170 mm,
Spannung 12 V DC, Wetterfeste Ausführung durch Spezialschutzfilm. 29,95

Bestückung: 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, usw. Platine 28 x 14 cm (Grundplatine).

Bausatz LIGHT 2000 komplett . . . . DM 249,—
Fertigbaustein LIGHT 2000 . . . . DM 298,—

Platinensatz (5-teilig) mit 13-seitiger Beschreibung und Oszillogrammen . . . . DM 38,—

Passendes Gehäuse komplett gelocht und mit beschrifteter Frontplatte . . . . DM 98,95

LIGHT 2000 betriebsbereit im Gehäuse mit eingebauten Steckdosen . . . . DM 598,—

Audioskop, ein Gerät, das NF-Signale vom Radio, Tonband usw. auf dem Fernsehbildschirm sichtbar macht. Anschluß an der Antennenbuchse. Kein Eingriff am FS-Gerät.
Bausatz Audioskop . . . . DM 14,20
Gehäuse . . . . DM 5,90

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz . DM 29,95
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50

Lichtschranke mit Relais, 1200 W belastbar, Bs. DM 11,50
Elektron. Würfel, mit roten LED-Anzeigen, Bs . DM 9,80
Passendes Gehäuse für Würfel . . . . DM 5,20

3fach-Sirene, auf- u. abschwellender Sirenenton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz . . . . . DM 12,95

Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo- u. Monogeräte, Hall regelbar, Bausatz . DM 23,95
Hallspirale RE-4 DM 15,– Hallspirale RE-8 . . DM 11,50

LD 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante: Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.
Bausatz LO 42, 4-Kanal . . . . DM 76,—
Fertigbaustein LO 42 . . . . DM 89,—
Passendes Gehäuse . . . . DM 9,50
Fertiggerät LO 42 . . . . DM 169,—

SCHUBERTH electronic
8660 Münchberg
Postfach 260 · Tel. 09251/6393
Bitte Kostenlos Katalog 78 anfordern!
Wiederverkaufer bitte Händliste anfordern!

HECK - ELECTRONICS

Aus P.E.-Heft 1:
FBI-Sirene kpl.Bauteile. incl. Lautsp..DM 13,10
P.E.-Platine SI-a. . . . . DM 4,35
Elektro-Toto-Würfel kpl. Bauteiles.mGeh..19,90
P.E.-Platine DS-a . . . . DM 6,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,30
Transitest kpl.Bauteiles. m.Gehäuse .DM 16,50
P.E.-Platine TT-a . . . . DM 6,75
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,90

Aus P.E.-Heft 2:
Carbophon kpl.Bauteilsatz. . . . . . .DM 23,90
P.E.-Platine CF-a . . . . DM 6,30
Gehäuse . . . . DM 5,50
Spannungsquelle kpl.Bauteiles.m.T. .DM 37,50
P.E.-Platine GV-a . . . . .DM 11,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 17,80
Gehäuse TEKO P 3 . . . . DM 5,90
TESTYkpl.Bauteiles.m.Gehäuse. . . . DM 7,70
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,50

Aus P.E.-Heft 3:
Die totale Uhr kpl. Bauteilesatz . . . .DM 85,50
P.E.-Platine DK-a+b. . . . . .DM 19,60
Gehäuse TEKO 333. . . . . .DM 10,50
50-Watt-Verstärker in Modultechn. 1 Kanal incl. Stereonetzteil . . . . DM 106,50
P.E.-Platine PA-a . . . . .DM 10,95
Bauteile f.d. 2. Kanal(Stereo) . . . . .DM 57,00
Frontplatte geb. u. beschrift.(pos.o.neg.)11,15
Die Kassette im Auto kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse und Platine . . . . .DM 10,10

Aus P.E.-Heft 4:
Codeschloß kpl.Bauteilesatz . . . . . .DM 21,60
P.E.-Platine ES-a . . . . DM 7,15
LED-VU-Meter (Modultechnik) kpl. Bauteilesatz je Kanal . . . . .DM 23,50
P.E.-Platine VU-a . . . . DM 9.35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg)11,65
MIKRO -2 (Signalhorn) kpl.Bauteiles.DM11,89
P.E.-MIKRO Hauptplatine MI-a . . . . DM 8,50
P.E.-MIKRO Trimmerplatine MI-b . . DM 4,95
MIKRO-1(Blinker) Baut. m.Platine . .DM 13,40

Neu aus P.E.-Heft 4 und 5/78.NEU NEU
SNOBBY-Geräuschschalter
Bauteilesatz Hauptprint mit Mikro . .DM 28,70
Platine Snobby-a . . . . DM 9,90
Bauteilesatz Netzteilprint . . . . . . .DM 39,80
Platine Snobby-b . . . . DM 9,80
Bauteilesatz Steuerprint . . . . .DM 29,90
Platine Snobby-c . . . . DM 9,70

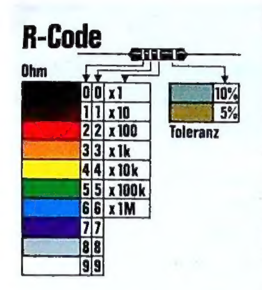
Aus P.E.-Heft 5:
Tremolo kpl.Bauteilesatz. . . . . . . .DM 42,40
P.E.-Platine TR-a . . . . .DM 13,85
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)15,35
je 14 Lötstifte u.Steckhülsen,5 IC-Fass.4,48
Minimix kpl. Bauteilesatz . . . . . . .DM 38,80
P.E.-Platine MM-a. . . . . .DM 12,90
Gehäuse TEKO 334. . . . . .DM 13,10
PUFFI kompl.Bauteilesatz. . . . . . . DM 3,70
P.E.-Platine BU-a . . . . DM 6,40
Gehäuse ALU ausreichend f.2.Platinen. . . 3,55

Aus P.E.-Heft 6:
Signal-Tracer kpl. m. Knöpfen und Fassungen, Bauteilesatz . . . . .DM 24,90
P.E.-Platine SV-a . . . . .DM 13,95
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 22,90
Gehäuse TEKO P/4 . . . . .DM 11,00
TV-Tonkoppler kpl.Bauteilesatz . . .DM 20.90
P.E.-Platine TV-a . . . . DM 12,55
Gehäuse TEKO 333. . . . . .DM 10,50
LESLIE (Modultechnik) Bauteiles. . . DM 2,90
P.E.-Platine TR-b . . . . DM 6,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)9,00

Aus P.E.-Heft 7:
Basisbreite-Einstellung kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste,m.Zubehör. . . . . .DM 19,40
P.E.-Platine BB-a . . . . DM 9,10
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
TTL-Trainer Bauteiles.m.Kabel . . . .DM 51,90
P.E.-Platine DT-a . . . . .DM 29,00
Gehäuse P/4 . . . . .DM 11,00
MIKRO-4 (Flip-Flop) Bauteiles.kpl.. . DM 6,90
P.E.-MIKRO-4 Hauptprint MI-a . . . . DM 8,50

Aus P.E.-Heft 8:
Superspannungsquelle kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste m.Instr.,Knöpfen usw. . . DM 113,70
P.E.-Platine SSQ. . . . . .DM 13,10
Gehäuse SSQ m.Kühlkörper;Rückw. .DM 39,80
Mini-Uhr m.Maxi-Display,Bauteiles. .DM 38,90
P.E.-Platine DK-c/d . . . . .DM 10,95
Spez.Uhrengehäuse m.Plexi-Scheibe . DM 5,75
Loudness-Filter kpl.Bauteiles. . . . . .DM 13,80
P.E.-Platine FV-a . . . . DM 9,70
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 11,00
Gehäuse m.Gleitmutterkanälen f. P.E.-Moduls. Größe 300...DM 49,60/Größe 500 DDM64,90

Alle Bauteile sind auch einzeln lieferbar. Fordern Sie unseren Katalog '78 an. Schutzgebühr DM 4,50 (+2,DM Porto) (Scheck oder Briefmarken).



DERPE-VERLAG-GMBH ● Postfach 1366 ● 5063 Overath
Postvertriebsstück -G 4460 EX- Gebühr bezahlt